

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт электронного образования

Специальность 230101 Вычислительные машины, комплексы, системы и сети

Кафедра вычислительной техники

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ/РАБОТА

Тема работы
Разработка системы управления котловым водогрейным газо-мазутным агрегатом КВГМ-7,56

УДК _____

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8301	Давыдов Р.Л.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор каф. ВТ	Ким В.Л.	Д.Т.Н., профессор		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Конотопский В.Ю.	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Извеков В.Н.	К.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ВТ	Марков Н.Г.	Д.Т.Н., профессор		

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт электронного образования
Специальность 230101 Вычислительные машины, комплексы, системы и сети
Кафедра вычислительной техники

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой

(Подпись) _____
(Дата)

Н.Г.Марков
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы, <u>дипломного проекта/работы</u> , магистерской диссертации
--

Студенту:

Группа	ФИО
3-8301	Давыдов Руслан Леонидович

Тема работы:

Разработка системы управления котловым водогрейным газо-мазутным агрегатом КВГМ-7,56	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	<ol style="list-style-type: none">1. Разработка технического задания;2. Обзор технических решений;3. Разработка и обоснование структурной схемы системы управления котловым агрегатом КВГМ-7,56;4. Разработка и обоснование функциональной схемы системы управления котловым агрегатом КВГМ-7,56;5. Разработка и обоснование принципиальной схемы системы управления котловым агрегатом КВГМ-7,56;6. Разработка программного обеспечения для системы управления котловым агрегатом КВГМ-7,56;7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение;8. Социальная ответственность.
--	---

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Перечень условных сокращений; 2. Разработка технического задания; 3. Обзор технических решений; 4. Разработка и обоснование структурной схемы управления котловым агрегатом КВГМ-7,56; 5. Разработка и обоснование функциональной схемы системы управления котловым агрегатом КВГМ-7,56; 6. Разработка и обоснование принципиальной схемы системы управления котловым агрегатом КВГМ-7,56; 7. Разработка программного обеспечения для системы управления котловым агрегатом КВГМ-7,56; 8. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение; 9. Социальная ответственность.
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Имп. помехи до БСФ; 2. Имп. помехи после БСФ; 3. ВЧ помехи до БСФ; 4. ВЧ помехи после БСФ; 5. Структурная схема системы управления КВГМ-7,56; 6. Оператор сравнения «Больше»; 7. Таймер ТР; 8. Таймер ТОН; 9. Арифметические операторы; 10. Главный экран системы управления к/а КВГМ-7,56; 11. Экран «Управление»; 12. Экран «Уставки»; 13. графическое представление процесса «Пуск»; 14. Отслеживание состояния параметров на языке LD; 15. Блокировка работы вентилятора в программе; 16. Графическое представление процесса «Остановка»; 17. Графическое представление процесса «Авария»; 18. Реализация отслеживания аварии в процессе горения; 19. Графическое представление процесса «Авария» по параметру «Низкое давление воздуха» или «Отклонение тока вентилятора»; 20. Приложение А; 21. Приложение Б; 22. Приложение Г.
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент</p>	<p>Конотопский В.Ю.</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Извеков В.Н.</p>

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	1.03.2016
---	------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор каф. ВТ	Ким В.Л.	Д.Т.Н., профессор		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8301	Давыдов Руслан Леонидович		

ЗАДАНИЕ МЕНЕДЖМЕНТА

ЗАДАНИЕ БЖД

РЕФЕРАТ

Дипломная работа включает в себя: 114 страниц, 19 рисунков, 25 таблиц, 12 формул, 12 источников, 4 приложения.

Объект исследования – Котельная №3, водогрейный газо-мазутный агрегат КВГМ-7,56.

Цель работы: разработка системы управления котловым водогрейным газо-мазутным агрегатом КВГМ-7,56.

Задачи:

- Разработка технического задания;
- Обзор технических решений;
- Разработка и обоснование структурной, функциональной и принципиальной схем;
- Рассмотреть вопросы финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
- Рассмотреть вопросы социального характера.

В дипломной работе было составлено техническое задание на разработку системы управления котловым агрегатом КВГМ-7,56. Рассмотрены некоторые технические решения и выбрано наиболее оптимальное. Разработаны структурная, функциональная и принципиальная схемы системы управления. Рассмотрены вопросы экономического и социального характера.

Результатом проведенной работы является разработанная система управления котловым агрегатом КВГМ-7,56. Реализованная система управления была установлена на четырех котловых агрегата типа КВГМ-7,56 на третьей котельной и успешно зарекомендовала себя как надежная, информативная и удобная в эксплуатации и обслуживании система управления. Оригинальность работы составляет 84 %.

Ключевые слова: система управления котловым агрегатом, КВГМ-7,56, КВГМ, ПЛК-150.

СОДЕРЖАНИЕ

РЕФЕРАТ	8
СОДЕРЖАНИЕ	9
ВВЕДЕНИЕ	13
Наименование разработки	13
Краткая характеристика области применения	13
1. ОСНОВАНИЕ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ	14
2. ЦЕЛЬ И НАЗНАЧЕНИЕ РАЗРАБОТКИ	15
3. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОБЪЕКТЕ	16
3.1 Краткая характеристика технологического оборудования	16
3.2 Условия эксплуатации технических средств автоматизации	16
3.2.1 Технические средства, размещаемые в непосредственной близости от тепломеханического оборудования котлового агрегата:	16
4. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ	17
4.1 Комплекс технических средств	19
4.2 Перечень входных и выходных сигналов	20
4.2.1 Аналоговые входные сигналы	20
4.2.2 Дискретные входные сигналы	21
4.2.3 Дискретные выходные сигналы	21
4.3 Мероприятия по организации безопасной эксплуатации и созданию безопасных условий труда. Требования к исполнению монтажных работ	22
5. ОБЗОР ТЕХНИЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ	23
6. РАЗРАБОТКА И ОБОСНОВАНИЕ СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОТЛОВЫМ АГРЕГАТОМ КВГМ-7,56	28
7. РАЗРАБОТКА И ОБОСНОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОТЛОВЫМ АГРЕГАТОМ КВГМ-7,56	36
8. РАЗРАБОТКА И ОБОСНОВАНИЕ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОТЛОВЫМ АГРЕГАТОМ КВГМ-7,56	37
9. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОТЛОВЫМ АГРЕГАТОМ КВГМ-7,56	41
9.1 Описание алгоритма работы программного обеспечения системы управления котловым агрегатом КВГМ-7,56	47
10. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	52
10.1 Организация и планирование работ	52
10.1.1 Продолжительность этапов работ	54
10.1.2 Расчет накопления готовности проекта	59
10.2 Расчет сметы затрат на выполнение проекта	61
10.2.1 Расчет затрат на материалы	61
10.2.2 Расчет заработной платы	62
10.2.3 Расчет затрат на социальный налог	63
10.2.4 Расчет затрат на электроэнергию	63
10.2.5 Расчет амортизационных расходов	64
10.2.6 Расчет прочих расходов	65
10.2.7 Расчет общей себестоимости разработки	66
10.2.8 Расчет прибыли	66
10.2.9 Расчет НДС	67
10.2.10 Цена разработки НИР	67
10.3 Оценка экономической эффективности проекта	67
10.3.1 Оценка научно-технического уровня НИР	68
11. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	71
Аннотация	71
11.1 Введение	72

11.2 Производственная безопасность.....	72
11.3 Производственная санитария	73
11.3.1 Шум	73
11.3.2 Микроклимат	75
11.3.3 Освещенность	77
11.4 Техника Безопасности.....	79
11.4.1 Электробезопасность	79
11.5. Экологическая безопасность.....	81
11.5.1 Защита атмосферы.	81
11.5.2 Защита гидросферы.....	83
11.5.3 Защита литосферы.....	84
11.6. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.	84
11.7. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.	86
11.7.1. Специальные правовые нормы трудового законодательства.	86
11.7.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	87
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	89
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	91
ПРИЛОЖЕНИЕ А	92
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	94
ПРИЛОЖЕНИЕ В	96
ПРИЛОЖЕНИЕ Г.....	113

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ

МЭО – Исполнительный механизм электрический, однооборотный

ПТК – программно-технический комплекс

ПК – персональный компьютер

КВГМ – котел водогрейный газо-мазутный

ПЗК – предохранительный запорный клапан

БИТ – блок измерительный технологический

ТСП – термометр сопротивления платиновый

ДРД – датчик-реле давления

к/а – котла-агрегат

ИМ – исполнительный механизм

КИПиА – контрольно-измерительные приборы и автоматика

ПО – программное обеспечение

ПЛК – программируемый логический контроллер

КНС – канализационно-насосная станция

ЦТП – центральный тепло-пункт

БСФ – блок сетевого фильтра

ВЧ-помехи – высокочастотные помехи

э/м реле – электромагнитное реле

МДВВ – модуль дискретный ввода/вывода

ИУ – исполнительные устройства

ГВЗ – газо-воздушная заслонка

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра вычислительной техники

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель проекта,
доктор технических наук
профессор кафедры
вычислительной техники
_____ Ким В. Л.
«__»_____ 2016г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ
на разработку
«Системы управления котловым водогрейным
газо-мазутным агрегатом КВГМ-7,56»

Исполнитель
Студент группы 3-8301
Давыдов Р.Л.

Томск 2016

ВВЕДЕНИЕ

Наименование разработки

Система управления котловым водогрейным газо-мазутным агрегатом КВГМ-7,56.

Краткая характеристика области применения

Система управления КВГМ-7,56 предназначена для автоматизированного контроля и управления водогрейным котлом типа КВГМ-7,56, а также предоставления необходимой технологической и технической информации оперативному и техническому персоналу.

1. ОСНОВАНИЕ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ

Основанием для разработки новой системы управления котлового агрегата КВГМ-7,56 является задание, выданное техническим руководителем предприятия АО «Ямалкоммунэнерго» филиала в городе Муравленко. Задание выполняется на предприятии, непосредственно на рабочем месте в Центральной инженерно-технической службе на участке Контрольно-измерительных приборов и автоматики.

2. ЦЕЛЬ И НАЗНАЧЕНИЕ РАЗРАБОТКИ

Целью разработки является замена морально и физически устаревшей релейной схемы управления котловым агрегатом КВГМ-7,56, на новую систему управления, обеспечивающую:

- Эффективную работу объекта управления, повышения уровня безопасности и безаварийности технологического процесса;
- Требуемую точность, достоверность и своевременность предоставляемой персоналу оперативной информации;
- Адаптивность к возможным изменениям технологического процесса и алгоритмов управления, сокращения затрат времени на ориентацию персонала в режимной и оперативной обстановке, своевременное выявление неполадок и отклонений;
- Снижение затрат на эксплуатацию и ремонт оборудования.

3. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОБЪЕКТЕ

3.1 Краткая характеристика технологического оборудования

Тип котла – КВГМ 7,56;

Режим работы – водогрейный;

Теплопроизводительность – 7,56 Гкал/ч;

Количество горелок – одна, тип горелки Г-350 ГМ 3Б;

Основное топливо – природный газ с давлением $P = 40$ кПа;

Резервное топливо – мазут (нефть);

Один дутьевой вентилятор типа Е ВВН-6 мощностью 10,5 кВт [1].

3.2 Условия эксплуатации технических средств автоматизации

3.2.1 Технические средства, размещаемые в непосредственной близости от тепломеханического оборудования котлового агрегата:

Рабочая температура окружающей среды $+10^0$ С - $+50^0$ С;

Предельная температура (кратковременное изменение на период не более 2-х часов) $+5^0$ С - $+70^0$ С;

Относительная влажность воздуха 30 – 75 %;

Предельная влажность воздуха 20 – 80 %;

Атмосферное давление (группа Р1) 84,6 – 106,7 кПа;

Вибрация в диапазоне частот 0,5 – 50 Гц с амплитудой 0,15 мм (группа N1);

Внешние магнитные поля постоянного и переменного тока с частотой 50 Гц и напряженностью до 400 А/м;

Внешние электрические поля напряженностью до 10 ± 1 кВ/м;

Содержание пыли в помещениях – в соответствии с требованиями для электротехнических помещений [1].

4. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

В состав системы управления котлового агрегата КВГМ-7,56 должно входить:

1. Программно-технический комплекс (ПТК), выполняющий функции автоматизированного управления и контроля технологического процесса;
2. Аппаратура релейной коммутации и усиления для непосредственного управления исполнительными механизмами по команде из ПТК или от ключей аварийного останова и выдачи ПТК сигналов о состоянии исполнительных механизмов;
3. Датчики для получения информации о технологических параметрах котлового агрегата;
4. Система электропитания, обеспечивающая электропитание системы управления с необходимым качеством и надежностью;
5. Кнопка аварийного останова котла;
6. Наличие технической возможности вывода параметров технологического процесса на SCADA-систему операторской станции и диспетчерского пункта.

В системе управления должно быть реализовано:

1. Автоматический способ управления, а также ручной аварийный останов котла;
2. Для управления объектом автоматизации, водогрейным котлом, ПТК должен обеспечивать потенциальные управляющие сигналы уровнем 220 ВАС/2 А для управления:
 - МЭО;
 - Электромагнитными клапанами блоков газооборудования котлов;
 - Ключи для управления пусковыми устройствами (или аналогичные средства коммутации).

Пользовательское программное обеспечение ПТК агрегатной автоматики должно обеспечивать:

1. Сбор и первичную обработку входных сигналов;
2. Автоматическое управление пуском котла, включающим в себя операции:
 - Опрос состояния исполнительных механизмов и датчиков защит котла, для разрешения автоматического пуска котла оператором;
 - Проведение предпусковой вентиляции;
 - Розжиг горелки на заданном давлении.
3. Автоматическое регулирование:
 - Нагрузка котла по температуре воды на выходе котла;
 - Численное отображение технологических параметров работы котла;
 - Световую сигнализацию режимов работы котла;
 - Отключение котла при срабатывании любой из защит котла с обязательным проведением послеостановочной вентиляции;
 - Защиту котла от нештатных действий оператора и в случае выхода из строя исполнительных устройств.
4. Сигнализацию:
 - Превышение температуры дымовых газов;
 - Неисправность измерительных цепей;
 - Превышение температуры воды на выходе из котлового агрегата;
 - Понижение давления воды в котловом агрегате;
 - Понижение/повышение давления газа перед горелкой;
 - Отсутствие пламени в топке котла [1].
5. Запоминание первопричины возникновения аварийной ситуации;
6. Возможность периодического контроля датчиков защит без остановки котла;
7. Обеспечение блокировок пуска котла:

- Понижение давления газа перед предохранительным запорным клапаном ПЗК-1;
 - Понижение давления воды в котле [1].
8. Контроль при работе котла, достоверности информации или ее противоречивости от дискретных датчиков состояния исполнительных механизмов;
9. Выполнение автоматикой безопасности останова котла действием защит при аварийном отклонении технологических параметров:
- Повышение (понижение) давление газа перед горелкой;
 - Понижение давления воздуха перед горелкой;
 - Погасание факела работающей горелки;
 - Повышение (понижение) давления воды на выходе из котла;
 - Аварийное отключение вентилятора [1].
10. Наличие технической возможности для реализации (при необходимости) дистанционного управления запорно-регулирующей арматуры.

4.1 Комплекс технических средств

Для отслеживания параметров технологического процесса на котловом агрегате применяются следующее установленное оборудование:

Измеритель температуры – ТУДЭ -11М1 0-120 – используется для отслеживания аварийной температуры воды на выходе из котла-агрегата.

Отслеживание температуры воды на входе и выходе из котла осуществляется при помощи датчика температуры с токовым выходом ДТСЗ компании «ОВЕН», вторичным прибором служит БИТ-300М (Пьезоэлектрик).

Для определения давления воды в котловом агрегате применяется датчик давления ПД100 –ДИ-1,6 «ОВЕН», вторичным прибором служит БИТ-300М (Пьезоэлектрик).

Измерение температуры уходящих газов осуществляется при помощи термометра сопротивления ТСП-500 с токовым выходом, вывод текущего значения температуры осуществляется на измерительный блок БИТ-300М (Пьезоэлектрик).

Для отслеживания параметров безопасности низкого/высокого давления газа используется датчик давления ДРД-12А.

Определение понижения давления воздуха ниже минимального допустимого значения, для безопасной эксплуатации котлового агрегата, используется датчик давления ДРД-12А.

Наличие пламени в горелке котла определяется с помощью датчика-реле контроля пламени АДП-01,3 (АГАВА).

4.2 Перечень входных и выходных сигналов

4.2.1 Аналоговые входные сигналы

Источниками аналоговых сигналов являются приборы с аналоговым выходом, выполняющие непрерывные измерения параметров в технологическом процессе, которые установлены непосредственно на котловом агрегате.

В таблице №1 представлен перечень аналоговых сигналов типа 4...20 мА.

Таблица 1.

Параметр	Измерение	Регулирование	Сигнализация
Давление воды в котловом агрегате	да	нет	да
Температура уходящих газов	да	нет	да
Температура воды на входе в к/а	да	нет	нет
Температура на выходе к/а	да	да	да

4.2.2 Дискретные входные сигналы

Источниками входных дискретных сигналов являются датчики состояния технологических параметров.

В таблице №2 представлен список входных дискретных сигналов.

Таблица 2.

Параметр	Измерение	Регулирование	Сигнализация
Аварийная температура воды на выходе из к/а	нет	нет	да
Давление воздуха низкое	нет	нет	да
Давление газа перед горелкой низкое/высокое	нет	нет	да
Наличие пламени в горелки котла	да	нет	да
Нажатие кнопки аварийного останова котлового агрегата	нет	нет	да

4.2.3 Дискретные выходные сигналы

Дискретные выходные сигналы служат для управления ИМ котлового агрегата и управления технологическим процессом и формируются ПТК.

Список выходных дискретных сигналов приведен в таблице №3.

Таблица 3.

№ п/п	Наименование дискретного сигнала
1	Включение газового клапана запальника
2	Включение газовых клапанов отсекаелей
3	Управление газо-воздушной заслонкой
4	Включение высоковольтного трансформатора
5	Запуск вентилятора

Продолжение таблицы 3.

6	Световая индикация работы котлового агрегата
7	Светозвуковая сигнализация аварии котлового агрегата

4.3 Мероприятия по организации безопасной эксплуатации и созданию безопасных условий труда. Требования к исполнению монтажных работ.

- На заземляющих контактах не должно быть ржавчины;
- Шкаф КИПиА, где размещается система управления котловым агрегатом, должен быть соединен с контуром заземления котельной медным проводом сечением не менее 6 мм²;
- Установка средств автоматизации и приборов КИП, обеспечивает безопасность работы технологических установок согласно требованию безопасности, ГОСТ 12.2.052-81;
- Принятые решения позволяют эксплуатировать оборудование в течении всего амортизационного срока с высокой степенью надежности;
- Не допускается прокладывать в одном кабеле сигнальные и силовые цепи;
- Пересечение силовых и сигнальных цепей допускается только под прямым углом;
- Монтаж и эксплуатация устройств должны вестись персоналом, ознакомленным с правилами его эксплуатации и прошедшими инструктаж при работе с электрооборудованием в соответствии с правилами, установленными на предприятии.
- Место размещения шкафов определено с учетом выполнения требований условий эксплуатации и удобства при подключении и обслуживании.
- Соединение высоковольтного трансформатора со свечой зажигания производить только с использованием наконечника, оснащенного помехоподавляющим резистором.

5. ОБЗОР ТЕХНИЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ.

Устойчивый экономический рост большинства российских предприятий привел к значительному увеличению темпа автоматизации. Соответственно, возросла важность вопроса оптимального выбора средств автоматизации.

Для разработки новой системы управления котловым агрегатом мною было рассмотрено несколько технических решений:

Использовать MDS модули для сбора аналоговых и дискретных сигналов, обработке полученных данных на ПК, в специально созданном программном решении SCADA-системы, и отправке необходимых управляющих сигналов на ИМ котлового агрегата, для управления технологическим процессом. Но данная система имеет очень большую уязвимость в безопасности, т.к. при возникновении проблем в линии связи ПК и MDS модуля, работа котлового агрегата фактически остается без контроля, что вполне может привести к возникновению аварийной ситуации на производстве. Поэтому данное решение не получило развития.

Другое решение – было использовать программируемые реле. Что позволило бы реализовать практически идентичную систему управления современными средствами автоматизации. Но тут возник вопрос в целесообразности данного решения. Так как основной задачей стоит разработать принципиально новую систему управления и уйти от релейного исполнения схемы.

Поэтому было принято решение использовать промышленные контроллеры для выполнения поставленной задачи. Это позволит создать более надежную, удобную в эксплуатации и обслуживании, с более высоким уровнем безопасности систему управления котловым агрегатом КВГМ-7,56.

Стоит отметить несколько важных критериев выбора контроллера:

- Надежность;
- Уровень технической поддержки;

- Комплектность прилагаемого ПО;
- Полнота модельного ряда и гибкость применения;
- Устойчивость к враждебным воздействиям (работа в неблагоприятных условиях);
- Вычислительная мощность;
- Развитость сетевых интерфейсов;
- Цена.

На сегодняшний день на рынке представлено большое количество продукции разных производителей, как отечественного, так и зарубежного производства.

Рассмотрим некоторых производителей промышленных контроллеров, представленных на отечественном рынке, таких как компания «Сименс», компания «Mitsubishi Electric», компания «ОВЕН».

Выбор был сделан в пользу именно этих компаний на основе того, что: есть опыт использования продукции данных производителей; посещения технических семинаров, инициированных официальными представителями этих компаний; доступности информации в интернете о продукции данных компаний.

Ориентируясь на указанные выше критерии выбора, проведем небольшой сравнительный анализ представляемой продукции, а именно ПЛК.

Компанией Siemens представлен продукт промышленной системы автоматизации SIMATIC, которая широко известна не только в России, но и во всем мире.

SIMATIC – это система комплексной автоматизации, позволяющая создавать проекты любой степени сложности на базе стандартных компонентов [2].

Из представленных контроллеров SIMATIC, для реализации поставленной задачи лучше всего подходит SIMATIC S7-300:

- Модульный программируемый контроллер для решения задач автоматизации относительно малой и средней степени сложности;
- Широкий спектр модулей для максимальной адаптации к требованиям решаемой задачи;
- Использование распределенных структур ввода-вывода и простое включение в сетевые конфигурации;
- Удобная конструкция и работа с естественным охлаждением.
- Свободное наращивание функциональных возможностей при модернизации системы управления;
- Высокая мощность благодаря наличию большого количества встроенных функций.
- Модули устанавливаются на профильную шину S7-300 и фиксируются в рабочих положениях встроенными в модули винтами;
- Участки внутренней шины контроллера интегрированы в каждый модуль. Соединение модулей между собой выполняется с помощью шинных соединителей, устанавливаемых с тыльной стороны модулей. Шинные соединители включены в комплект поставки всех модулей S7-300;
- Программное обеспечение SIMATIC – это система тесно связанных инструментальных средств для программирования и обслуживания систем автоматизации SIMATIC S7/C7 [3].

Продукция Mitsubishi Electric известна в России с 70-х годов, когда в нашу страну осуществлялись первые поставки иностранного промышленного оборудования и производственных линий.

В ассортименте представляемых контроллеров для выполнения поставленной задачи подходят контроллеры MELSEC. Из данной серии стоит обратить внимание на контроллеры серии MELSEC iQ-F.

С его помощью можно разрабатывать высокотехнологичные системы автоматизации и производительные приложения без необходимости миграции на более крупные и дорогостоящие серии ПЛК. В то же время программирование в единой программной среде GX Works, используемой для других контроллеров серий Mitsubishi Electric, поддерживает масштабируемость.

Стоит также отметить несколько особенностей:

- Высокоскоростные входы и выходы;
- Аналоговый и ПИД-контроль;
- Обнаружение меток;
- Встроенный Ethernet;
- Обратная совместимость;
- Простое обнаружение ошибок;
- Единая среда программирования GX Works [4].

Компания ОВЕН основана в 1991 году, является одним из немногих отечественных производителей промышленных контроллеров. На данный момент является крупнейшим российским разработчиком и производителем средств для различных отраслей промышленности и занимает лидирующие позиции не только на отечественном рынке, но и в странах ближнего зарубежья.

Из представленных компанией ОВЕН промышленных контроллеров, более всего подходят контроллеры для малых систем автоматизации серии ОВЕН ПЛК-1xx (ПЛК-100/ПЛК-150/ПЛК-154):

- Контроллеры выполнены в компактных DIN-реечных корпусах;
- Дискретные и аналоговые входы/выходы на борту;
- Наличие последовательных портов (RS-485, RS-232) и Ethernet;
- Расширение количества точек ввода/вывода осуществляется путем подключения внешних модулей ввода/вывода по любому из встроенных интерфейсов;

- Наличие встроенных часов, что позволяет создавать системы управления с учетом времени;
- Среда программирования CoDeSyS v.2. Среда разработки ОВЕН ПЛК, предоставляется бесплатно;
- Бесплатное обучение начального уровня разработки в среде CoDeSyS v.2 [5].

6. РАЗРАБОТКА И ОБОСНОВАНИЕ СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОТЛОВЫМ АГРЕГАТОМ КВГМ- 7,56

Поскольку на нашем предприятии уже несколько лет используются котроллеры, компании «ОВЕН» на большинстве объектов (таких как Городской водозабор, КНС, ЦТП), мною было принято решение использовать продукцию именно этой компании.

Это позволит не только унифицировать оборудование автоматизации, упростить эксплуатацию и позволит снизить объем резервного оборудования на предприятии и в дальнейшем, при необходимости, позволит без использования дополнительного ПО и оборудования вывести параметры технологического процесса котлов типа КВГМ на уже существующую SCADA-систему в единый пункт диспетчирования, а также позволит остаться в рамках придерживаемой политики импортозамещения нашего предприятия.

Помимо этого, цены на продукцию компании ОВЕН жестко привязаны к рублю и практически не зависят от колебания мировых валют.

Стоит отметить ряд преимуществ контроллеров компании ОВЕН:

- Хорошая техническая поддержка в режиме онлайн;
- Бесплатное программное обеспечение для программирования контроллеров;
- Бесплатные OPC-сервера, с неограниченным количеством точек;
- Гибкость применения контроллеров;
- Высокая надежность;
- Простота в освоении программной среды CoDeSys.

Проведем сравнение ПЛК-1хх, и выберем наиболее подходящий для выполнения поставленной задачи, таблица 4.

Таблица 4.

ПЛК1xx	DI	DO	AI/AO	RS-232	RS-485	Ethernet	U _{пит} , =24 В	U _{пит} , =220 В
ПЛК-100	8	6 реле/12 тр- х ключей	0/0	1	1	1	да	да
ПЛК-150	6	6 реле	4/2	1	1	1	нет	да
ПЛК-154	4	4 реле	4/4	1	1	1	нет	да

После сравнения представленных контроллеров, выбор был сделан в пользу контроллера ПЛК-150. ПЛК-154 обладает более высокой ценой при практически идентичных технических характеристиках, а в ПЛК-100 отсутствуют аналоговые входы/выходы.

Отметим несколько преимуществ «ОВЕН» ПЛК-150:

- Есть опыт работы с данным контроллером и ПО CoDeSys;
- Отсутствие ОС, что повышает надежность работы контроллера;
- Расширенный температурный диапазон работы от -20⁰ до +70⁰ С;
- Встроенный аккумулятор, позволяющий «пережить» пропадание питания: выполнение программы при пропадании питания и перевод выходных элементов в «безопасное состояние»;
- Встроенные часы реального времени;
- Контроллер поддерживает работу с нестандартными протоколами по любому из портов.
- Наличие интерфейсов на борту контроллера: Ethernet, последовательных портов (RS-485/232);
- Наличие возможности расширения количества точек ввода/вывода путем подключения внешних модулей ввода/вывода по любому из встроенных интерфейсов.
- Унифицированный корпус для крепления на DIN-рейку;
- Потребляемая мощность 6 Вт;

- Центральный процессор 32-разрядный RISC-процессор 200 МГц на базе ядра ARM9;
- Объем оперативной памяти 8 МВ;
- Объем энергонезависимой памяти хранения ядра CODESYS, программ и архивов 4 МВ;
- Время цикла выполнения ПЛК – минимальное 250 мкс, типовое 1 мс;
- 6 дискретных входов, гальванически изолированы;
- Электрическая прочность дискретных входов 1,5 кВ;
- 4 дискретных выхода типа э/м реле, ток коммутации 2 А при напряжении не более 220 В;
- 4 аналоговых входа – типы поддерживаемых сигналов:
Напряжение 0...1 В, 0...10 В, -50...+50 мВ,
Ток 0...5 мА, 0(4)...20 мА,
Сопротивление 0...5 кОм;
- 2 аналоговых выхода [5].

Для создания устройства управления технологическим процессом котлового агрегата, а также вывода текущих параметров техпроцесса, было принято решение применить «Сенсорную панель оператора СП270 ОВЕН», отметим основные функциональные возможности СП270:

- Графический дисплей с диагональю 7 дюймов и разрешением 480x234 пикселя;
- Количество цветов – 256, тип дисплея – TFT;
- Сенсорное управление экраном;
- Два независимых порта RS-232 И RS-485 для связи с внешними устройствами;
- Поддержка распространенных протоколов обмена Modbus RTU, Modbus ASCII;
- Возможность работы одновременно в двух режимах Master и Slave;

- Питание от источника напряжения 24 В;
- Бесплатное ПО «Конфигуратор СП200», для создания проектного решения [5].

Использование данной панели позволяет создать полноценный орган управления технологическим процессом котлового агрегата, не используя при этом дополнительных кнопок и ключей управления на лицевой части шкафа управления и позволит отображать на экране панели все основные технические и технологические параметры.

Использование панели позволяет реализовать для технического персонала полноценную систему контроля ИМ и ИУ.

Для обеспечения защиты оборудования системы управления котловым агрегатом от импульсных и высокочастотных помех, было принято решение использовать «Блок сетевого фильтра ОВЕН БСФ». Это позволит:

- Защитить электрооборудование от действий помех проникающих из сети;
- Ослабить помехи от природных и техногенных источников, таких как удары молний вблизи кабелей и линий передач, коммутационных процессов (включение вентилятора котла и сетевых насосов), аварии и переключение на подстанциях;
- Подавить высокочастотные помехи от импульсных блоков питания, мощных двигателей (вентилятор, сетевые насосы), сварочные аппараты, коммутационные реле.

Импульсные помехи – кратковременные выбросы напряжения в сети амплитудой выше номинального напряжения, на рисунке 1, 2 графически представлено проявление импульсной помехи до применения БСФ и после:

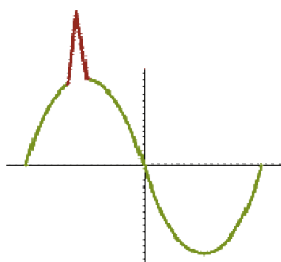


Рис. 1. До использования БСФ

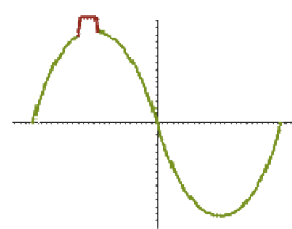


Рис. 2. После использования БСФ

Высокочастотные помехи – неопределенные по времени и амплитуде сигналы в диапазоне 100кГц...30МГц, которые искажают параметры входного напряжения. На рисунке 3, 4 графически представлено проявление ВЧ-помех до применения ОВЕН БСФ и после:

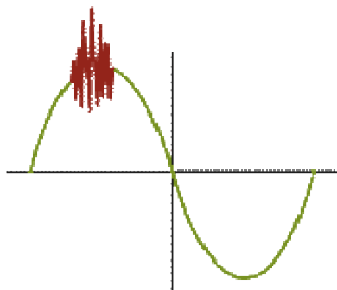


Рис. 3. До использования БСФ

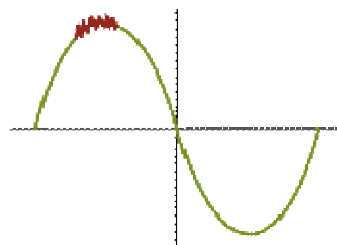


Рис. 4. После использования БСФ

Для получения более полных параметров технологического процесса необходима установка расходомера «Взлет Лайт М», что позволит отслеживать расход воды через котловой агрегат, что в свою очередь позволит более точно определять производительность котлового агрегата и расчета удельных показателей. Оборудован аналоговым выходом 4...20 мА [5].

Увеличить уровень безопасности при эксплуатации котлового агрегата, можно путем установки датчика тока ДТТ-03 (100А) с аналоговым выходом 4...20 мА. Это повысит уровень безопасности котлового агрегата при неисправности вентилятора (понижение или превышение тока) [6].

Так как контроллер ПЛК-150 имеет всего 6 дискретных входов и 4 аналоговых входа, то для реализации полного функционала системы управления, с учетом существующего и устанавливаемого оборудования, потребуется использование дополнительных модулей расширения ввода/вывода дискретных сигналов и модуля расширения аналоговых сигналов. Помимо этого, применение данных модулей расширения позволит заложить техническую возможность для дальнейшего

усовершенствования и расширения системы управления котловым агрегатом КВГМ-7,56.

Отметим несколько основных функций и технических характеристик Модуля дискретного ввода/вывода:

- 12 дискретных входов для подключения контактных датчиков;
- Возможность использования любого дискретного входа в режиме счетчика;
- 8 встроенных дискретных выходных элементов – э/м реле 8 А 220 В;
- Автоматический перевод исполнительного механизма в аварийный режим работы при нарушении сетевого обмена;
- Помехоустойчивость;
- Интерфейс RS-485;
- Гальваническая изоляция;

Ниже приведем краткий список основных функций и технических характеристик Модуля ввода аналоговых сигналов MB110-8АС:

- 8 универсальных каналов аналогового ввода;
- Типы поддерживаемых входных сигналов: термопреобразователи сопротивления, термопары, унифицированные сигналы напряжения и тока;
- Частота измерения: до 0,3 сек на канал;
- Термопреобразователи сопротивления: 50М, Cu50, 50П, Pt50, Ni100, 100М, Cu100, 100П, Pt100, Ni500, 500М, Cu500, 500П, Pt500, Ni1000, 1000М, Cu1000, 1000П, Pt1000;
- Унифицированные сигналы: 4-20 мА, 0-20 мА, 0-5 мА, +/- 50мВ, 0-1 В;
- Напряжение питания: ~220 В и =24 В (универсальный источник питания);
- Интерфейс RS-485;
- Средний срок службы – 10 лет [5].

Для повышения безопасности технологического процесса котлового агрегата и снижения риска выхода из строя дискретных выходов МДВВ, используются два промежуточных реле РП-21-003 220 В.

Одно реле необходимо для включения главных газовых клапанов, это позволит в случае перебоев в подаче электроэнергии мгновенно остановить подачу газа в топку котла, второе реле используется для коммутации питания пускателя вентилятора. На обоих реле используются нормально открытые контакты.

Для питания расходомера, используется блок питания ОВЕН БП60Б-Д4. Блок питания БП60 предназначен для питания стабилизированным напряжением постоянного тока различных широкого спектра радиоэлектронных устройств.

Отметим ряд технических характеристик данного блока питания:

- Ограничение пускового тока;
- Защита от перенапряжения и импульсных помех на входе;
- Защита от перегрузки, короткого замыкания и перегрева;
- Регулировка выходного напряжения с помощью внутреннего подстроечного резистора в диапазоне $\pm 8\%$ от номинального выходного напряжения с сохранением мощности;
- Индикация о наличии напряжения на выходе [5].

На рисунке 5 представлена структурная схема системы управления котловым агрегатом КВГМ-7,56.

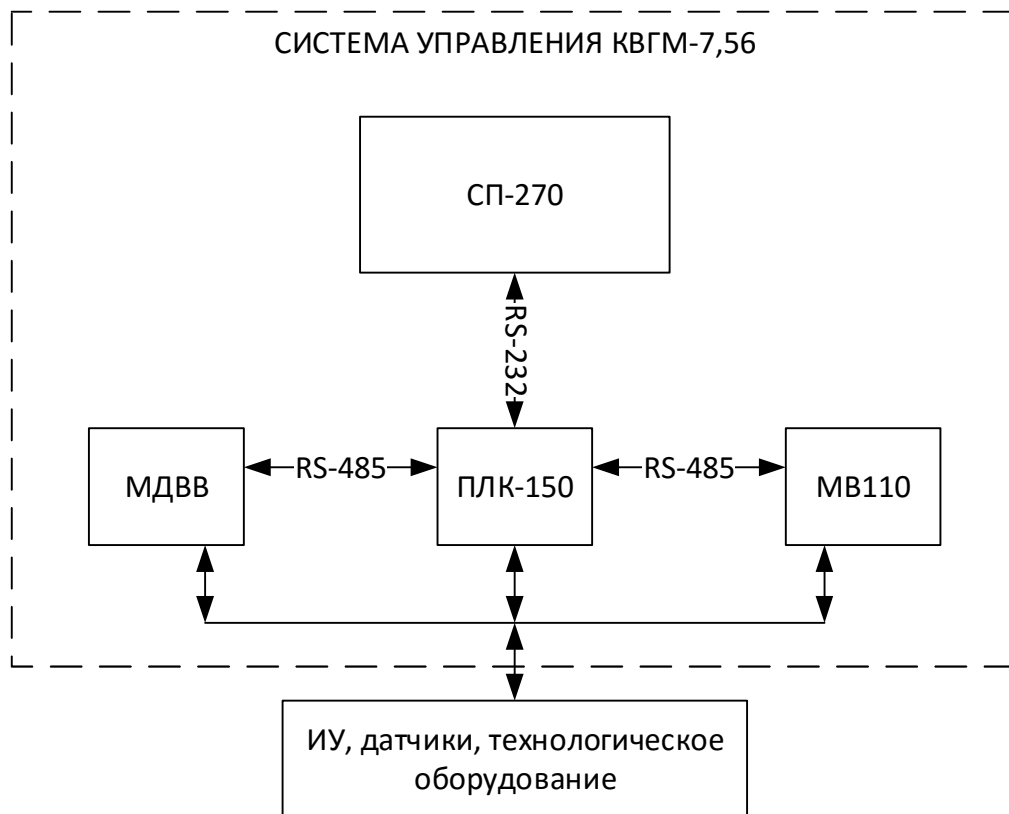


Рис. 5. Структурная схема системы управления КВГМ-7,56.

7. РАЗРАБОТКА И ОБОСНОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОТЛОВЫМ АГРЕГАТОМ КВГМ-7,56

Питание 220 В на ПЛК-150, дискретный модуль МДВВ и аналоговый модуль МВ110 подается через БСФ, что позволит уберечь систему управления от импульсных и ВЧ-помех.

Связь между модулями и ПЛК осуществляется посредством интерфейса RS-485. Связь ПЛК-150 и панели оператора СП270 осуществляется при помощи интерфейса RS-232.

Блок питания БП60 питает напряжением 24 В расходомер и панель оператора СП270.

Сигналы с дискретных датчиков поступают на модуль дискретных сигналов МДВВ, управление трансформатором розжига и включение клапана запальника, а также управление газо-воздушной заслонкой (регулятором расхода газа) осуществляется при помощи выходных сигналов МДВВ.

Так же с модуля МДВВ через промежуточное реле К1 включается пускатель вентилятора.

Включение основных газовых клапанов осуществляется при помощи выходного дискретного сигнала с ПЛК-150 через промежуточное реле К2.

Сигналы с датчиков температуры поступают на аналоговый вход контроллера ПЛК-150, сигналы с датчика тока и датчика давления воды поступают на модуль аналоговых сигналов МВ110.

Блок контроля пламени подключен к дискретному входу контроллера ПЛК-150.

Импульсный сигнал с расходомера приходит на дискретный вход контроллера, программно реализован расчет расхода через k/a .

Функциональная схема представлена в [приложении А](#).

8. РАЗРАБОТКА И ОБОСНОВАНИЕ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОТЛОВЫМ АГРЕГАТОМ КВГМ-7,56

Контроллер ПЛК-150 – моноблочный контроллер в унифицированном корпусе для крепления на DIN-реку.

Центральным процессором данного контроллера служит 32-разрядный RISC-процессор с частотой 200 МГц на базе ядра ARM9.

На борту контроллера имеется:

- 6 дискретных входов с электрической прочностью изоляции 1,5 кВ;
- 4 дискретных выхода типа э/м реле, с коммутационной нагрузкой до 2 А при напряжении не более 220 В;
- 4 аналоговых входа, с поддержкой унифицированных сигналов 4-20 мА, 0-5 кОм и др. с разрядностью встроенного АЦП 16 бит;
- 2 аналоговых выхода 4-20 мА или 0-10 В, с разрядностью 10 бит.
- Интерфейсы связи Ethernet 100, RS-485, RS-232.

На вход БСФ подается входное напряжение ~220 В, с выхода БСФ сеть ~220 В подключается: к БП-60Б-Д4, дискретному модулю МДВВ, контроллеру ПЛК-150 и аналоговому модулю МВ110-8АС.

С блока питания БП-60Б напряжение =24 В поступает на клемму ХТ1.27 «+» и на клемму ХТ1.26 «-» для питания расходомера, второй канал блока питания, =24 В используется для питания панели оператора СП270.

Для осуществления связи ПЛК-150 с модулем дискретных сигналов МДВВ и модулем аналоговых сигналов МВ110-8АС используется интерфейс связи RS-485, на всех трех устройствах данный интерфейс обозначается маркировкой RS-485, а контакты имеют обозначение «А» и «В» соответственно (на МДВВ данные контакты пронумерованы: «А» - 28, «В» - 27; на МВ110: «А» - 14, «В» - 13).

Контакты 29 и 30 на дискретном модуле МДВВ являются общим «-» для всех входов модуля, контакт 29 соединен с клеммой ХТ1.2 и перемычкой с контактами ХТ1.4, ХТ1.6, ХТ1.8 и ХТ1.10.

Контакт 30 МДВВ подключен к общему контакту дискретных входов (контакт 1) контроллера ПЛК-150.

Контакт 31 МДВВ (DI-1) соединен с клеммой ХТ1.1, куда приходит сигнал с датчика по высокому давлению газа.

Контакт 32 МДВВ (DI-2) соединен с клеммой ХТ1.3, на данный контакт приходит сигнал от датчика давления по низкому давлению газа.

Контакт 33 МДВВ (DI-3) соединен с клеммой ХТ1.5, на этот вход приходит сигнал от датчика по низкому давлению воздуха.

Контакт 34 МДВВ (DI-4) соединен с клеммой ХТ1.7, данный вход получает сигнал от датчика аварийной температуры воды в котле.

На контакты 4, 7, 10, 13, 16 МДВВ и контакты 16, 19, 23 ПЛК-150 подается фаза через нормально закрытый контакт кнопки аварийного останова котла. При нажатии кнопки аварийного останова котла, прекратится подача питания на промежуточное реле К1 и К2, это приведет к закрытию основных газовых клапанов и остановке вентилятора, закрытию газо-воздушной заслонки (регулятора расхода газа) и «рассыпанию» цепи безопасности, что приведет к аварийной остановке котлового агрегата.

С контакта 3, выхода DO-1 МДВВ, на клемму ХТ1.11, поступает сигнал на открытие ИМ газо-воздушной заслонки на 50 %.

С контакта 5, выхода DO-1 МДВВ, на клемму ХТ1.12, поступает сигнал на полное закрытие ИМ газо-воздушной заслонки.

С контакта 6, выхода DO-2 МДВВ, на клемму ХТ1.13, поступает сигнал на открытие ИМ газо-воздушной заслонки на 100 %.

С контакта 8, выхода DO-2 МДВВ, на клемму ХТ1.14, поступает сигнал на закрытие ИМ газо-воздушной заслонки на 50 %.

С контакта 9, выхода DO-3 МДВВ, на обмотку промежуточного реле К1 подается фаза, для коммутации пускателя вентилятора. Промежуточное

реле используется для обеспечения дополнительной защиты от помех в результате коммутационных процессов.

С контакта 12, выхода DO-4 МДВВ, на клемму XT1.15, поступает сигнал на включение трансформатора розжига.

С контакта 15, выхода DO-5 МДВВ, на клемму XT1.16, поступает сигнал на включение клапана запальника.

На дискретный вход DI-1 ПЛК-150 приходит сигнал с блока контроля пламени, через клемму XT1.9.

На дискретный вход DI-6 ПЛК-150 приходит импульсный сигнал с расходомера «Взлет Лайт М».

С контакта 15, выхода DO-1 ПЛК-150, поступает питание на светодиодную лампу HL1, которая показывает индикацию работы котлового агрегата.

С контакта 18, выхода DO-2 ПЛК-150, поступает питание на светодиодную лампу HL2, которая отображает наличие аварии в процессе работы котлового агрегата, а также воспроизводит звуковой сигнал.

С контакта 24, выхода DO-4 ПЛК-150, на обмотку промежуточного реле К2 подается фаза, для включения основных газовых клапанов. Промежуточное реле используется для обеспечения дополнительной защиты от помех в результате коммутационных процессов.

На аналоговый вход AI-2, контакты 28 «+» (клемма XT1.20), 27 «-» (клемма XT1.21), приходит сигнал с датчика температуры воды на выходе из котлового агрегата.

На аналоговый вход AI-3, контакты 29 «+» (клемма XT1.22), 30 «-» (клемма XT1.23), приходит сигнал с датчика температуры воды на входе котлового агрегата.

На аналоговый вход AI-4, контакты 31 «+» (клемма XT1.24), 32 «-» (клемма XT1.25), приходит сигнал с датчика температуры уходящих газов.

Для связи контроллера ПЛК-150 и панели оператора СП270, используется интерфейс RS-232. Для этого используется кабель, входящий в комплект поставки, RJ-14 – COM.

Аналоговый модуль MB110-8АС имеет встроенный источник питания =24 В.

К 16 контакту, +24 В, подключен датчик тока ДТТ «+», также датчик давления воды «+».

Контакт 15 (-24 В), контакт 17 (А5-) и контакт 19 (А6-) соединены между собой, к контакту 15 подключен датчик тока ДТТ «-».

На контакт 18 (А5+) приходит сигнал с датчика тока ДТТ «выход».

На контакт 20 (А6+) приходит сигнал с клеммы ХТ1.19, к которой подключается датчик давления воды «-».

Принципиальная схема системы управления котловым водогрейным газо-мазутным агрегатом КВГМ-7,56 приведена в [приложении Б](#).

9. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОТЛОВЫМ АГРЕГАТОМ КВГМ-7,56

Программное обеспечение, для системы управления котловым агрегатом КВГМ-7,56, реализовано в среде программирования CoDeSys 2.3.

CoDeSys – это современный инструмент для программирования контроллеров (CoDeSys образуется от слов Controllers Development System).

CoDeSys предоставляет программисту удобную среду для программирования контроллеров на языках стандарта МЭК 61131-3. Используемые редакторы и отладочные средства базируются на широко известных и хорошо себя зарекомендовавших принципах, знакомых по другим популярным средам профессионального программирования (такие, как Visual C++).

CoDeSys поддерживает следующие языки программирования:

Текстовые:

- Instruction List (IL) – Список инструкций;
- Structured Text (ST) – Структурированный текст.

Графические МЭК языки:

- Sequential Function Chart (SFC) – Последовательные функциональные схемы;
- Function Block Diagram (FBD) – Функциональные блочные диаграммы;
- Ladder Diagram (LD) – Релейно-контактные схемы [6].

Для реализации алгоритма работы котла КВГМ-7,56 был использован язык LD. Это позволило реализовать старую релейную схему программно, дополнив ее необходимыми элементами и алгоритмами для повышения надежности, информативности технологического процесса и повышения удобства в эксплуатации.

Язык релейных или релейно-контактных схем (РКС) – графический язык, реализующий структуры электрических цепей.

Лучше всего LD подходит для построения логических переключателей, но достаточно легко можно создавать и сложные цепи. Кроме того, LD достаточно удобен для управления другими программными компонентами [6].

Диаграмма LD состоит из ряда цепей.

Слева и справа схема ограничена вертикальными линиями – шинами питания. Между ними расположены цепи, образованные контактами и обмотками реле, по аналогии с обычными электронными цепями.

Слева любая цепь начинается набором контактов, которые посылают слева направо состояние "ON" или "OFF", соответствующие логическим значениям ИСТИНА или ЛОЖЬ. Каждому контакту соответствует логическая переменная. Если переменная имеет значение ИСТИНА, то состояние передается через контакт. Иначе правое соединение получает значение выключено ("OFF").

Основные элементы, которые использовались для реализации алгоритма на языке LD:

Контакт:

Контакты обозначаются двумя параллельными линиями – | |, и могут иметь состояния "ON" или "OFF".

Эти состояния соответствуют значениям ИСТИНА или ЛОЖЬ. Каждому контакту соответствует логическая переменная. Если значение переменной ИСТИНА, то контакт замкнут.

Контакты могут быть соединены параллельно, тогда соединение передает состояние "ON", когда хотя бы одна из ветвей передает "ON".

Если контакты соединены последовательно, то для того, чтобы соединение передало "ON", необходимо, чтобы оба контакта передавали "ON". Это соответствует электрической параллельной и последовательной схеме.

Контакт может быть инвертируемым. Такой контакт обозначается с помощью символа $|/|$ и передает состояние "ON", если значение переменной ЛОЖЬ [6].

Обмотка:

В правой части схемы может находиться любое количество обмоток(реле), которые обозначаются круглыми скобками (). Они могут соединяться только параллельно. Обмотка передает значение соединения слева направо и копирует его в соответствующую логическую переменную.

В целом цепь может быть либо замкнутой (ON), либо разомкнутой (OFF). Это как раз и отражается на обмотке и соответственно на логической переменной обмотки (ИСТИНА/ЛОЖЬ).

Обмотки также могут быть инверсными. Если обмотка инверсная (обозначается символом (/)), тогда в соответствующую логическую переменную копируется инверсное значение [6].

Программный компонент EN:

При работе с LD иногда возникает необходимость с помощью контакта управлять другими программными компонентами.

Во-первых, можно использовать обмотку для передачи значения глобальной переменной, которая будет использоваться в другом месте. Кроме того, можно вставить вызов прямо в схему LD.

Такой программный компонент может быть оператором, функцией, программой или функциональным блоком, который имеет добавочный вход, обозначаемый EN. Вход EN всегда логического типа, и программный компонент выполняется, только когда значение EN=ИСТИНА. RCU встраивается в схему параллельно обмоткам, и вход EN соединяется ответвлением. Использование таких программных компонентов делает LD схему похожей на FBD схему [6].

Операторы Сравнения:

GT – Больше. Двоичный оператор возвращает TRUE, если значение первого параметра больше второго, рисунок 6 [6].

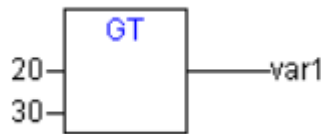


Рис. 6. Оператор сравнения «Больше».

Таймеры:

Таймер TP, рисунок 7:

Пока IN равен FALSE, выход Q = FALSE, выход ET = 0. При переходе IN в TRUE выход Q устанавливается в TRUE и таймер начинает отсчет времени (в миллисекундах) на выходе ET до достижения длительности, заданной PT. Далее счетчик, не увеличивается. Таким образом, выход Q генерирует импульс длительностью PT по фронту входа IN.

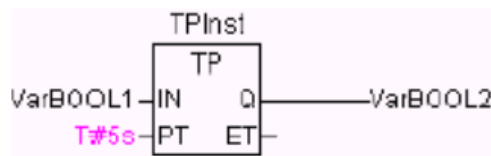


Рис. 7. Таймер TP.

Таймер с задержкой включения TON, рисунок 8.

Пока IN равен FALSE, выход Q = FALSE, выход ET = 0. Как только IN становится TRUE, начинается отсчет времени (в миллисекундах) на выходе ET до значения, равного PT. Далее счетчик не увеличивается. Q равен TRUE, когда IN равен TRUE и ET равен PT, иначе FALSE. Таким образом, выход Q устанавливается с задержкой PT от фронта входа IN [6].

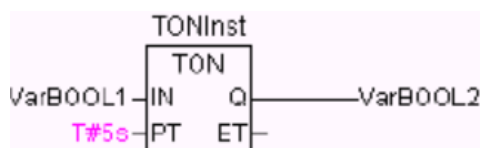


Рис. 8. Таймер TON.

Арифметические операторы:

- MUL – перемножение;
- SUB – вычитание;
- DIV - деление;
- ADD – сложение.

На рисунке 9 приведены изображения данных операторов в языке LD.

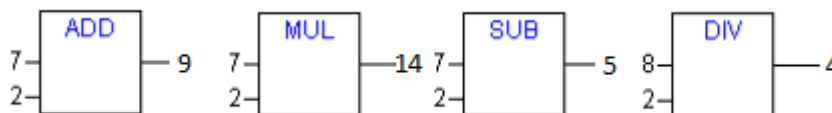


Рис. 9. Арифметические операторы.

Для конфигурирования аналогового модуля MB110-8AC и дискретного модуля МДВВ используется программное обеспечение «Конфигуратор Мх110» и «Конфигуратор МДВВ», данное ПО предназначено для считывания, изменения и записи в энергонезависимую память рабочих параметров [5].

Для создания проектного решения для панели оператора СП270, было использовано программное обеспечение «Конфигуратор СП200» (далее программа – конфигуратор).

Программа-конфигуратор позволяет сформировать конфигурацию панели оператора – «проект» – произвольной степени сложности, соответствующий конкретному комплексу процедур, управление которыми должна выполнять панель оператора. Созданный проект загружается в панель оператора, определяя текущие значения ее параметров [8].

В результате, был получен полноценный орган управления котловым агрегатом и увеличена информативность технологического процесса.

На рисунке 10 изображен главный экран системы управления, на котором отображаются основные параметры технологического процесса, а также располагаются органы управления и кнопки перехода на экран «Уставки» и экран «Управление».



Рис. 10. Главный экран системы управления к/а КВГМ-7,56.

На экране «Управление», рисунок 11, осуществляется проверка работы оборудования, такого как: Основные газовые клапана, клапан запальника, наличие искры (трансформатор запальника), опробование пуска вентилятора.

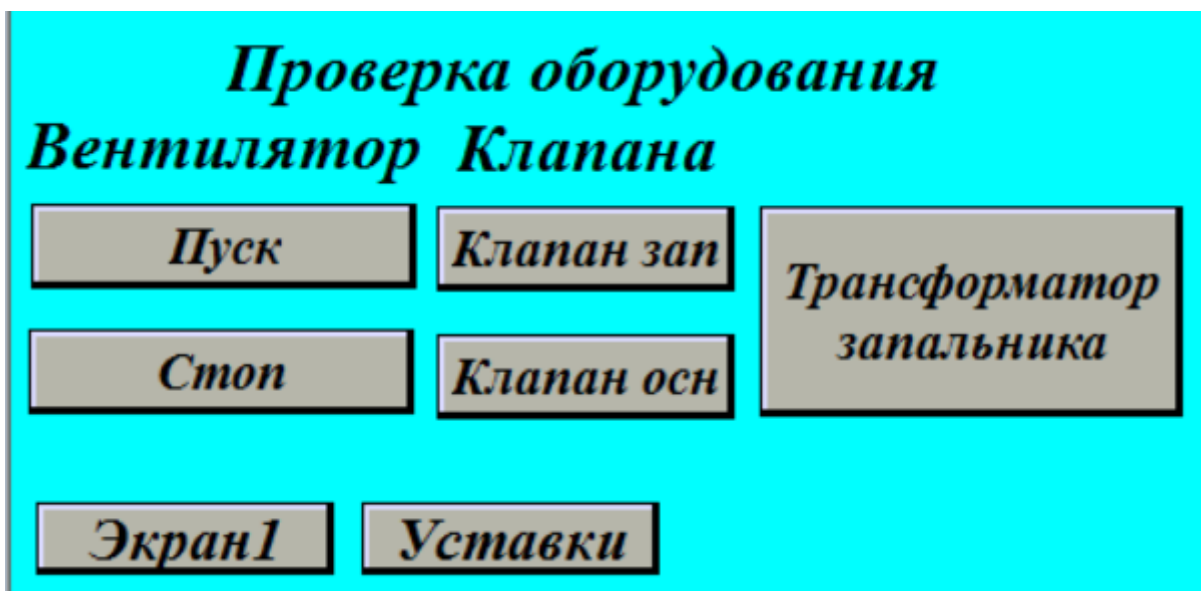


Рис. 11. Экран «Управление».

На экране «Уставки», рисунок 12, происходит установка значений для некоторых технологических параметров, температуры отключения

ступеней и необходимых значений, для вычисления расхода воды через котловой агрегат.

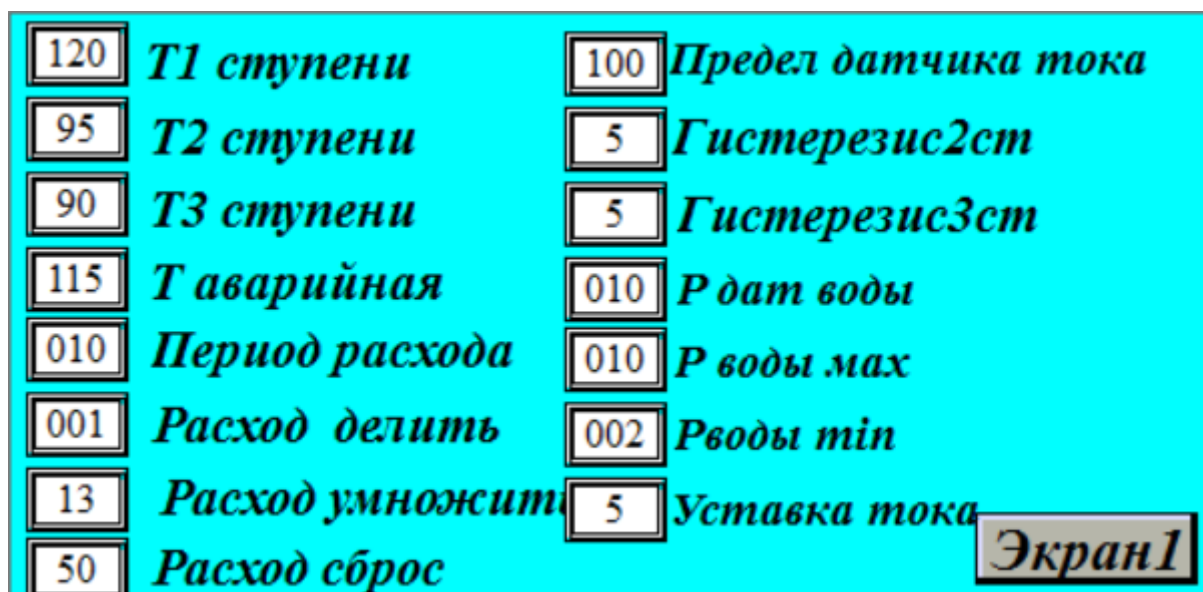


Рис. 12. Экран «Уставки».

9.1 Описание алгоритма работы программного обеспечения системы управления котловым агрегатом КВГМ-7,56.

Алгоритм работы программы можно разделить на несколько составных частей (процессов): «Пуск», «Остановка», «Авария», «Авария по току».

«Пуск», графически представлен на рисунке 13.

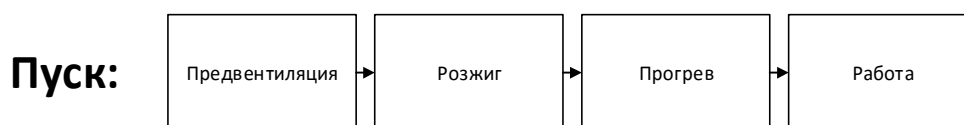


Рис. 13. Графическое представление процесса «Пуск»

Включение котлового агрегата осуществляется при помощи нажатия кнопки «Пуск» на главном экране. При условии, что нет аварийных сигналов, т.е. параметры находятся в допустимых значениях.

На рисунке 14 изображена проверка некоторых параметров на языке LD.

После чего происходит открытие газо-воздушной заслонки и включение вентилятора, на главном экране отображается надпись:

«Предвентилиация», данный процесс длится 300 секунд (ведется обратный отсчет).

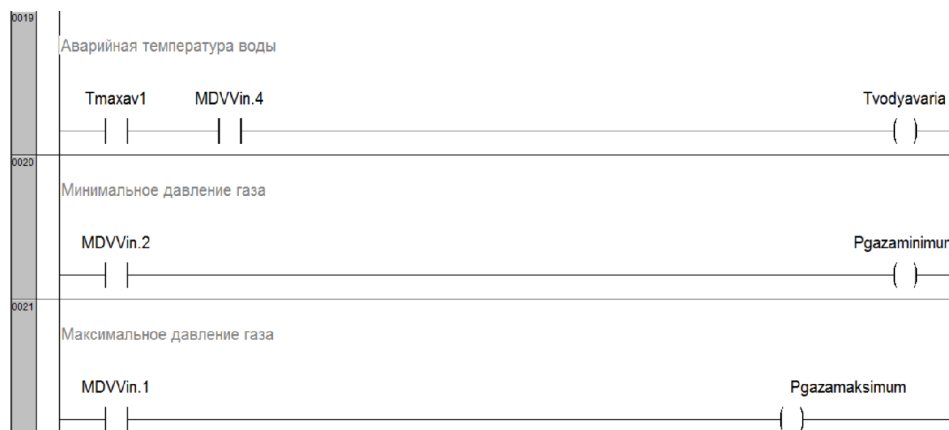


Рис. 14. Отслеживание состояния параметров на языке LD.

Как только таймер доходит до 80 секунды, программа переходит к следующему процессу: «Розжигу». На экране отображается надпись «Запальник», в этот момент закрывается ГВЗ (до ступени розжига), происходит блокировка пуска вентилятора (для исключения сдувания пламени запальника), открывается клапан запальника и включается трансформатор розжига (подается искра). Как только происходит воспламенение газа, фотореле «видит» наличие пламени, на главном экране, индикатор «Пламя» изменяет цвет с серого на зеленый, происходит включение вентилятора. Весь процесс розжига занимает 5 секунд, после чего программа переходит к процессу «Прогрева». На рисунке 15 показана реализация блокировки работы вентилятора в программе:

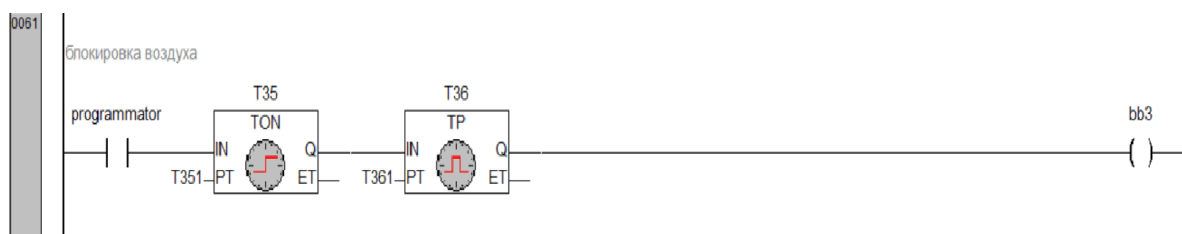


Рис. 15. Блокировка работы вентилятора в программе.

По окончании процесса «Прогрева», программа переходит к режиму «Работа».

На главном экране отображается надпись: «Работа 1 ступень». Если температура воды на выходе из к/а не превышает уставку температуры 1 ступени, то происходит переключение на 2 ступень работы и открытие ГВЗ на 50 %. Если температура воды на выходе из котлового агрегата не превышает уставку 2 ступени, то происходит переключение работы на 3 ступень, и ГВЗ открывается на 100 %.

По достижении температуры уставки, отключается соответствующая ступень и ГВЗ переключается на необходимое положение.

Если котловой агрегат, работая на первой ступени набирает температуру выше уставки 1 ступени, то котел уходит в режим резерв. Происходит отключение ОГК, вентилятора и на экране отображается надпись «Резерв». Т.е. котловой агрегат переходит в резервный режим. Как только температура упадет ниже уставки (включая значение гистерезиса) котловой агрегат снова пройдет процедуру пуска (автоматически, в данном случае участие оператора не требуется), с последующим переключением в режим «работа».

«Остановка», графически представлен на рисунке 16.

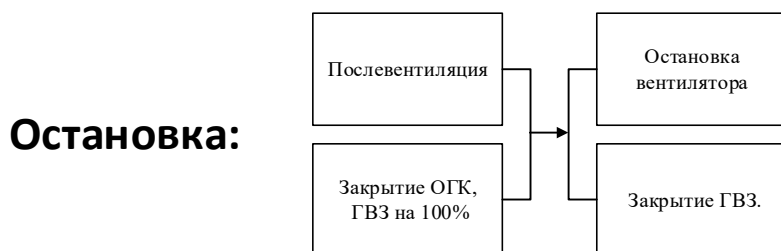


Рис. 16. Графическое представление процесса «Остановка».

При нажатии кнопки «Стоп», на главном экране панели оператора, происходит остановка котла.

При этом программа переходит в режим «Послевентиляция», о чем оперативный персонал информирует надпись на экране. В этот момент, ОГК отключаются, тем самым прекращая подачу газа в топку котла, ГВЗ

открывается на 100 % (если она была в положении 50 % или в положении ступени розжига).

По истечении 5 минут, происходит отключение вентилятора, газо-воздушная заслонка закрывается и на экране появляется надпись «Останов».

«Авария», графически представлен на рисунке 17.

При отклонении одного из параметров безопасности котлового агрегата, от допустимых значений, происходит немедленное прекращение подачи газа в топку котла, путем отключения ОГК, на экране появляется индикация параметра, который привел к аварийной остановке котлового агрегата, включается светозвуковая сигнализация, после чего программа переходит в режим «Послевентиляция», о чем говорит надпись на главном экране. Послевентиляция проводится в течении пяти минут [1].

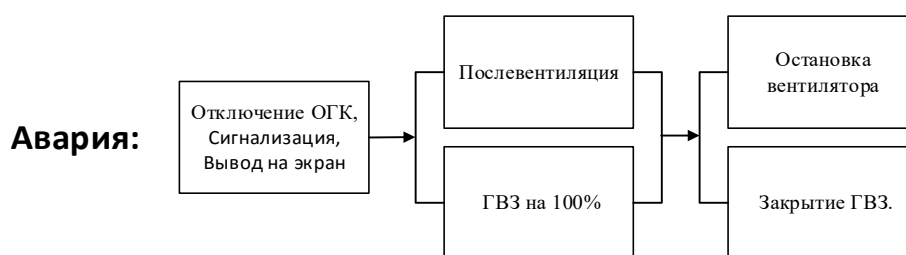


Рис. 17. Графическое представление процесса «Авария».

На рисунке 18 показана программная реализация отслеживания аварии в процессе горения:

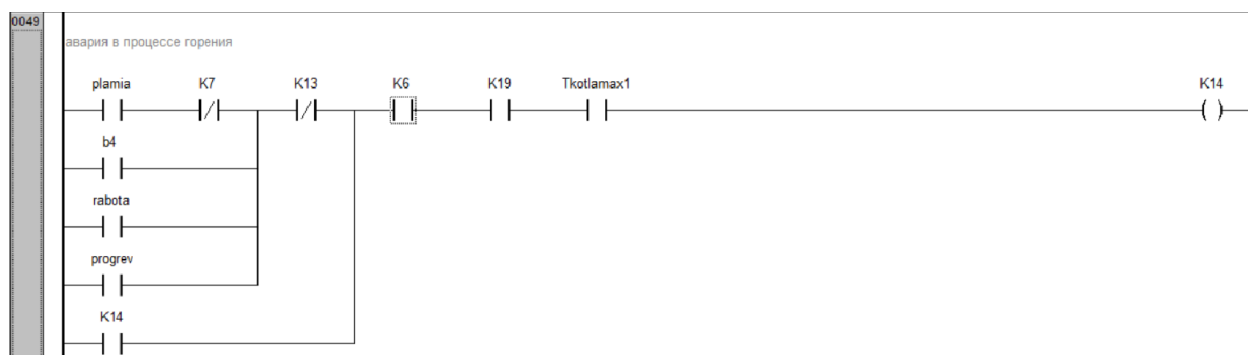


Рис. 18. Реализация отслеживания аварии в процессе горения.

Существует еще один алгоритм процесса «аварии» (рисунок 19), который возникает при отклонении допустимого значения тока двигателя

вентилятора или понижения давления воздуха перед горелкой. Оба этих параметра могут свидетельствовать о неисправности двигателя.

Авария:

Отключение ОГК, Сигнализация, Вывод на экран, Остановка вентилятора, Закрытие ГВЗ

Рис. 19. Графическое представление процесса «Авария» по параметру «Низкое давление воздуха» или «Отклонение тока вентилятора».

В данном случае происходит мгновенное прекращение подачи газа в топку котла, остановка вентилятора (так как возможно его неисправность и привела к возникновению аварии), закрытие ГВЗ, вывод на экран необходимой информации и включение светозвуковой сигнализации.

Полный текст программы подставлен в приложении В.

10. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Данный раздел содержит комплексное описание и анализ финансово-экономических аспектов выполненной работы, для этого оценены полные денежные затраты на ВКР, а также дана приближенная экономическая оценка результатов ее внедрения. В разделе оценена экономическая целесообразность осуществления работы с помощью традиционных показателей эффективности инвестиций и на основе экспертных данных рассчитана комплексная оценкой научно-технического уровня ВКР.

10.1 Организация и планирование работ

Планирование научно-исследовательских работ заключается в упорядочивании стадий процесса исследования, таких как определение тематики научной деятельности, сбор и структурирование информации, выбор концепции деятельности, оформление и изложение полученных результатов научного исследования и др. для повышения эффективности исследования и разработок в целом. В данном пункте составляется полный перечень проводимых работ, определяются их исполнители и рациональная продолжительность. Наглядным результатом планирования работ является сетевой, либо линейный график реализации проекта. Для выполнения научных исследований была сформирована рабочая группа, состоящая из научного руководителя ТПУ (НР) и студента ТПУ (И). Перечень этапов ВКР и распределение исполнителей представлен в таблице 5.

Таблица 5.

Перечень работ и продолжительность их выполнения

№ этап а	Этапы работы	Исполнитель и	Нагрузка исполнителей
1	Составление и утверждение технического задания	НР, И	НР – 20% И – 100%
2	Подбор и изучение материалов по теме	НР, И	НР – 30% И – 100%
3	Календарное планирование работ по теме	НР, И	НР – 20% И – 100%
4	Выбор оборудования и его поставщиков	И	И – 100%
5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	И	И – 100%
6	Разработка функциональной схемы	И	И – 100%
7	Разработка принципиальной схемы	И	И – 100%
8	Проектирование схемы автоматизации для монтажа	И	И – 100%
9	Монтаж (демонтаж) оборудования	И	И – 100%
10	Программирование контроллера	И	И – 100%
11	Проведение испытаний	И	И – 100%
12	Наладочные работы	И	И – 100%
13	Составление пояснительной записки	НР, И	НР – 10% И – 100%
14	Оформление графического материала	И	И – 100%

10.1.1 Продолжительность этапов работ

В связи с новизной выполняемых работ, применение аналогового способа практически невозможно, поэтому для определения ожидаемого значения продолжительности работ $t_{ож}$ применяется вероятностный метод – метод двух оценок t_{min} и t_{max} . Для определения вероятных (ожидаемых) значений продолжительности работ $t_{ож}$ применяется формула 1.1

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{min} + 2 \cdot t_{max}}{5}, \quad (1.1)$$

где,

- t_{min} – минимальная продолжительность работы, дн.;
- t_{max} – максимальная продолжительность работы, дн.;

Для выполнения перечисленных в таблице 1 работ требуются специалисты:

- инженер – в его роли действует исполнитель НИР (ВКР);
- научный руководитель.

Для того чтобы построить линейный график необходимо рассчитать длительность каждого этапа в рабочих днях и перевести ее в календарные дни. Для расчета продолжительности выполнения этапов в рабочих днях ($T_{РД}$) используется формула:

$$T_{РД} = \frac{t_{ож}}{K_{вн}} \cdot K_{д} \quad (1.2)$$

где

$t_{ож}$ – продолжительность работы, дн.;

$K_{вн}$ – коэффициент выполнения работ, учитывающий влияние внешних факторов на соблюдение предварительно определенных длительностей, в частности, возможно $K_{вн} = 1$;

$K_{д}$ – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсацию непредвиденных задержек и согласование работ ($K_{д} = 1-1,2$; в этих границах конкретное значение принимает сам исполнитель).

Расчет продолжительности этапа в календарных днях ведется по формуле:

$$T_{\text{КД}} = T_{\text{РД}} * T_{\text{К}} , \quad (1.3)$$

где $T_{\text{КД}}$ – продолжительность выполнения этапа в календарных днях;

$T_{\text{К}}$ – коэффициент календарности, позволяющий перейти от длительности работ в рабочих днях к их аналогам в календарных днях, и

$$T_{\text{К}} = \frac{T_{\text{КАЛ}}}{T_{\text{КАЛ}} - (T_{\text{ВД}} + T_{\text{ПД}})} \quad (1.4)$$

рассчитываемый по формуле:

где

- $T_{\text{КАЛ}}$ – число календарных дней в году;
- $T_{\text{ВЫХ}}$ – число выходных дней в году;
- $T_{\text{ПР}}$ – число праздничных дней в году.

$$T_{\text{К}} = \frac{366}{366 - 119} = 1,48$$

Таблица 6.

Трудозатраты на выполнение проекта

Этап	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Трудоемкость работ по исполнителям чел.- дн.			
					$T_{РД}$		$T_{КД}$	
		t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$	НР	И	НР	И
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Составление и утверждение технического задания	НР, И	1	3	1,8	0,432	2,16	0,64	3,20
2. Подбор и изучение материалов по теме	НР, И	4	8	5,6	2,016	6,72	2,98	9,95
3. Календарное планирование работ по теме	НР, И	1	3	1,8	0,432	2,16	0,64	3,20
4. Выбор оборудования и его поставщиков	И	3	6	4,2	–	5,04	–	7,46
5. Проведение теоретических расчетов и обоснований	И	3	8	5	–	6	–	8,88
6. Разработка функциональной схемы	И	3	7	4,6	–	5,52	–	8,17
7. Разработка принципиальной схемы	И	3	7	4,6	–	5,52	–	8,17
8. Проектирование схемы автоматизации для монтажа	И	5	8	6,2	–	7,44	–	11,01
9. Монтаж (демонтаж) оборудования	И	12	16	13,6	–	16,32	–	24,15
10. Программирование контроллера	И	9	14	11	–	13,2	–	19,54
11. Проведение испытаний	И	3	7	4,6	–	5,52	–	8,17

Продолжение таблицы 6.

Этапы	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Трудоемкость работ по исполнителям чел.- дн.			
					$T_{РД}$		$T_{КД}$	
		t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$	НР	И	НР	И
12. Наладочные работы	И	1	6	3	–	3,6	–	5,33
13. Составление пояснительной записки	НР, И	5	10	7	0,84	8,4	1,24	12,43
14. Оформление графического материала	И	1	3	1,8	–	2,16	–	3,20
Итого:				74,80	3,72	89,76	5,51	132,84

Таблица 7.

Линейный график работ

Этап	НР	И	Январь		Февраль			Март			Апрель			Май	
			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
1	0,64	3,20													
2	2,98	9,95													
3	0,64	3,20													
4	–	7,46													
5	–	8,88													
6	–	8,17													
7	–	8,17													
8	–	11,01													
9	–	24,15													
10	–	19,54													
11	–	8,17													
12	–	5,33													
13	1,24	12,43													
14	–	3,20													

НР –

И –

10.1.2 Расчет накопления готовности проекта

Цель данного пункта – оценка текущих состояний (результатов) работы над проектом. Величина накопления готовности работы показывает, на сколько процентов по окончании текущего (i-го) этапа выполнен общий объем работ по проекту в целом.

Введем обозначения:

- ТР_{общ.} – общая трудоемкость проекта;
- ТР_i (ТР_k) – трудоемкость i-го (k-го) этапа проекта, $i = \overline{1, I}$;
- ТР_{iH} – накопленная трудоемкость i-го этапа проекта по его завершении;
- ТР_{ij} (ТР_{kj}) – трудоемкость работ, выполняемых j-м участником на i-м этапе.

Степень готовности определяется формулой (1.5)

$$СГ_i = \frac{ТР_i^H}{ТР_{общ.}} = \frac{\sum_{k=1}^i ТР_k}{ТР_{общ.}} = \frac{\sum_{k=1}^i \sum_{j=1}^m ТР_{km}}{\sum_{k=1}^I \sum_{j=1}^m ТР_{km}}. \quad (1.5)$$

Таблица 8.

Наращение технической готовности работы и удельный вес каждого этапа

Этап	ТР _i , %	СГ _i , %
1. Составление и утверждение технического задания	2,41	2,41
2. Подбор и изучение материалов по теме	7,49	9,90
3. Календарное планирование работ по теме	2,41	12,30
4. Выбор оборудования и его поставщиков	5,61	17,92
5. Проведение теоретических расчетов и обоснований	6,68	24,60
6. Разработка функциональной схемы	6,15	30,75
7. Разработка принципиальной схемы	6,15	36,90
8. Проектирование схемы автоматизации для монтажа	8,29	45,19
9. Монтаж (демонтаж) оборудования	18,18	63,37
10. Программирование контроллера	14,71	78,08

Продолжение таблицы 8.

Этап	ТР _i , %	СГ _i , %
11. Проведение испытаний	6,15	84,23
12. Наладочные работы	4,01	88,24
13. Составление пояснительной записки	9,36	97,60
14. Оформление графического материала	2,41	100,00

10.2 Расчет сметы затрат на выполнение проекта

В состав сметы затрат на создание проекта включается величина всех расходов, необходимых для реализации комплекса работ, составляющих содержание данной разработки. Расчет сметной стоимости ее выполнения производится по следующим статьям затрат:

- материалы и покупные изделия;
- заработная плата;
- социальный налог;
- расходы на электроэнергию (без освещения);
- амортизационные отчисления;
- прочие услуги (сторонних организаций);
- прочие (накладные расходы) расходы.

10.2.1 Расчет затрат на материалы

К этой статье расходов относится стоимость материалов, покупных изделий, а также расходы на их доставку. Применительно для разработки системы управления котловым водогрейным газо-мазутным агрегатом материальные затраты указаны в таблице 9 [5].

Таблица 9.

Расчет затрат на материалы

№ п/п	Наименование	Кол-во, шт.	Цена за ед, руб.	Стоимость, руб.
1	Контроллер ПЛК-150	1	15104	15104
2	Блок питания БП-60	1	2596	2596
3	Датчик температуры ДТС-3	2	2461	4922
4	Блок сетевого фильтра	1	1357	1357
5	Аналоговый модуль расширения	1	7021	7021
6	Дискретный модуль ввода-вывода	1	4602	4602
7	Светодиодные лампы красные	1	182	182

Продолжение таблицы 9.

№ п/п	Наименование	Кол-во, шт.	Цена за ед, руб.	Стоимость, руб.
8	Светодиодные лампы зеленые	1	182	182
9	Панель оператора СП-270	1	21240	21240
10	Кабель КВВГ4х1 (300 м)	1	9300	9300
11	Кабель ШВВП 2х0,75 (300 м)	1	2800	2800
12	ПК 20" HP ProDesk 400 G2	1	51250	51250
	Итого			120556

Допустим, что транспортно-заготовительные расходы, связанные с транспортировкой от поставщика к потребителю, хранением и прочими процессами, обеспечивающими движение (доставку) материальных ресурсов от поставщиков к потребителю составляют 2 % от отпускной цены материалов, тогда расходы на материалы с учетом ТЗР равны $C_{\text{мат}} = 120\,556 * 1,02 = 122\,967,1$ руб.

10.2.2 Расчет заработной платы

Среднедневная тарифная заработная плата ($ЗП_{\text{дн-т}}$) рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{\text{дн-т}} = MO/20,58, \quad (1.5)$$

учитывающей, что в 2016 году 247 рабочих дней и, следовательно, в месяце в среднем 20,58 рабочих дня (при пятидневной рабочей неделе).

Расчеты затрат на полную заработную плату приведены в таблице 10. Затраты времени по каждому исполнителю в рабочих днях с округлением до целого взяты из таблицы 6. Для учета в ее составе премий, дополнительной зарплаты и районной надбавки используется следующий ряд коэффициентов:

- $K_{\text{ПР}} = 1,1$;
- $K_{\text{доп.ЗП}} = 1,113$ (для пятидневной рабочей недели);
- $K_{\text{р}} = 1,3$.

Таким образом, для перехода от тарифной (базовой) суммы заработка исполнителя, связанной с участием в проекте, к соответствующему полному заработку (зарплатной части сметы) необходимо первую умножить на интегральный коэффициент $K_{\text{и}} = 1,1 * 1,113 * 1,3 = 1,59$.

Таблица 10.

Затраты на заработную плату

Исполнитель	Оклад, руб./мес.	Среднедневная ставка, руб./раб.день	Затраты времени, раб.дни	Коэффициент	Фонд з/платы, руб.
НР	33 162,87	1611,15	4	1,59	10 246,92
И	14 874,45	722,65	90	1,59	103 410,55
Итого:					113 657,47

10.2.3 Расчет затрат на социальный налог

Затраты на единый социальный налог (ЕСН), включающий в себя отчисления в пенсионный фонд, на социальное и медицинское страхование, составляют 30 % от полной заработной платы по проекту, т.е.

$$C_{\text{соц.}} = C_{\text{зп}} * 0,3 \quad (1.6)$$

Итак, в нашем случае $C_{\text{соц.}} = 113\,657,47 * 0,3 = 34\,097,24$ руб.

10.2.4 Расчет затрат на электроэнергию

Данный вид расходов включает в себя затраты на электроэнергию, потраченную в ходе выполнения проекта на работу используемого оборудования, рассчитываемые по формуле:

$$C_{\text{эл.об.}} = P_{\text{об}} \cdot t_{\text{об}} \cdot \text{Ц}_{\text{э}} \quad (1.7)$$

где $P_{\text{об}}$ – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

$\text{Ц}_{\text{э}}$ – тариф на 1 кВт·час(с НДС) = 5,124 руб./кВт·час;

$t_{\text{об}}$ – время работы оборудования, час.

Время работы оборудования вычисляется на основе итоговых данных таблицы 6 для инженера ($T_{рД}$) из расчета, что продолжительность рабочего дня равна 8 часов.

$$t_{об} = T_{рД} * K_t, \quad (1.8)$$

где $K_t \leq 1$ – коэффициент использования оборудования по времени, равный отношению времени его работы в процессе выполнения проекта к $T_{рД}$, определяется исполнителем самостоятельно. В ряде случаев возможно определение $t_{об}$ путем прямого учета, особенно при ограниченном использовании соответствующего оборудования.

Мощность, потребляемая оборудованием, определяется по формуле:

$$P_{об} = P_{ном.} * K_C \quad (1.9)$$

где $P_{ном.}$ – номинальная мощность оборудования, кВт;

$K_C \leq 1$ – коэффициент загрузки, зависящий от средней степени использования номинальной мощности. Для маломощного технологического оборудования коэффициент $K_C = 1$.

Расчет затрат на электроэнергию при использовании технологического оборудования приведен в таблице 11.

Таблица 11.

Затраты на электроэнергию технологическую

Вид оборудования	Время работы технологического оборудования $t_{об}$, час	Потребляемая мощность оборудования $P_{об}$, кВт		Затраты $Э_{об}$, руб.
Персональный компьютер	720*0,5	0,35		645,62
Итого:				645,62

10.2.5 Расчет амортизационных расходов

В статье «Амортизационные отчисления» рассчитывается амортизация используемого оборудования за время выполнения проекта.

$$\text{Используется формула } C_{\text{АМ}} = \frac{H_{\text{А}} * Ц_{\text{ОБ}} * t_{\text{рф}} * n}{F_{\text{д}}}, \quad (1.10)$$

где $H_{\text{А}}$ – годовая норма амортизации единицы оборудования;

$Ц_{\text{ОБ}}$ – балансовая стоимость единицы оборудования с учетом ТЗР.

При невозможности получить соответствующие данные из бухгалтерии она может быть заменена действующей ценой, содержащейся в ценниках, прейскурантах и т.п.;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд времени работы соответствующего оборудования (247 рабочих дней при пятидневной рабочей неделе) можно принять $F_{\text{д}} = 247 * 8 = 1976$ часа;

$t_{\text{рф}}$ – фактическое время работы оборудования в ходе выполнения проекта, учитывается исполнителем проекта;

n – число задействованных однотипных единиц оборудования.

При использовании нескольких типов оборудования расчет по формуле делается соответствующее число раз, затем результаты суммируются.

Т.к. имущество считается амортизируемым с первоначальной стоимостью более 40 тыс. руб. и сроком службы больше 12 месяцев, начисляться амортизация будет только для комплекта ПК HP ProDesk 400 G2, который относится ко II амортизационной группе, срок полезного использования составляет 2-3 года.

Тогда

$$C_{\text{А}} = 1/2 = 0,5$$

$$C_{\text{АМ}}(\text{ПК}) = (0,5 * 52275 * 720 * 1) / 1976 = 9523,79 \text{ руб}$$

10.2.6 Расчет прочих расходов

В данной статье отражены прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их следует принять равными 10% от суммы всех предыдущих расходов, т.е.

$$C_{\text{проч.}} = (C_{\text{мат}} + C_{\text{зп}} + C_{\text{соц}} + C_{\text{эл.об.}} + C_{\text{ам}} + C_{\text{нп}}) \cdot 0,1, \quad (1.11)$$

$$C_{\text{проч.}} = (122\,967,1 + 113\,657,47 + 34\,097,24 + 645,62 + 9523,79) \cdot 0,1 = 28089,12 \text{ руб.}$$

10.2.7 Расчет общей себестоимости разработки

Проведя расчет по всем статьям сметы затрат на разработку, можно определить общую себестоимость проекта «Разработка системы управления котловым водогрейным газо-мазутным агрегатом КВГМ-7,56».

Таблица 12.

Смета затрат на разработку проекта

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб.
Материальные затраты	$C_{\text{мат}}$	122 967,1
Основная заработная плата	$C_{\text{зп}}$	113 657,47
Отчисления в социальные фонды	$C_{\text{соц}}$	34 097,24
Расходы на электроэнергию	$C_{\text{эл.}}$	645,62
Амортизационные отчисления	$C_{\text{ам}}$	9523,79
Прочие расходы	$C_{\text{проч}}$	28089,12
Итого:		308 980,34

Таким образом, затраты на разработку составили $C = 308\,980,34$ руб.

10.2.8 Расчет прибыли

Прибыль от реализации проекта в зависимости от конкретной ситуации (масштаб и характер получаемого результата, степень его определенности и коммерциализации, специфика целевого сегмента рынка и т.д.) может определяться различными способами. Если исполнитель работы не располагает данными для применения «сложных» методов, то прибыль следует принять в

размере $5 \div 20 \%$ от полной себестоимости проекта. Для данного проекта она составляет 61796,07 руб. (20 %) от расходов на разработку проекта.

10.2.9 Расчет НДС

НДС составляет 18% от суммы затрат на разработку и прибыли. В нашем случае это

$$(308\,980,34 + 61\,796,07) * 0,18 = 66\,739,75 \text{ руб.}$$

10.2.10 Цена разработки НИР

Цена равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС, в нашем случае

$$\text{ЦНИР(КР)} = 308\,980,34 + 61\,796,07 + 66\,739,75 = 437\,516,16 \text{ руб.}$$

10.3 Оценка экономической эффективности проекта

Целью данной разработки, в первую очередь, является снижение аварийности технологического процесса (приблизительно на 50%) и повышение надежности предоставления услуг потребителю (в данном случае тепло-водоснабжение). Это носит в большей степени социальный характер, который можно описать следующими факторами: повышение устойчивости энергообеспеченности, безопасности, комфорта и благосостояния населения, а также уменьшение выбросов в окружающую среду. Несомненно, экономический эффект есть, т.к. снижается аварийность, повышается качество предоставления услуг, что в свою очередь позволяет избежать непредвиденных затрат как у потребителя, так и у предприятия, но рассчитать эффект в рамках данной работы невозможно, т.к. для этого потребуются проведения специальных обширных исследований с привлечением сторонних специалистов.

10.3.1 Оценка научно-технического уровня НИР

Научно-технический уровень характеризует влияние проекта на уровень и динамику обеспечения научно-технического прогресса в данной области. Для оценки научной ценности, технической значимости и эффективности данной ВКР используется метод балльных оценок. Для расчета балльной оценки для каждого признака нту по выбранной шкале определяется количество баллов. Обобщенную оценку проводят по сумме баллов по всем показателям. На ее основе делается вывод о целесообразности НИР [10].

Сущность метода заключается в том, что на основе оценок признаков работы определяется интегральный показатель (индекс) ее научно-технического уровня по формуле:

$$K_{\text{НТУ}} = \sum_{i=1}^3 R_i \cdot n_i, \quad (1.12)$$

где $I_{\text{НТУ}}$ – интегральный индекс научно-технического уровня;

- R_i – вес i -го признака нтэ;
- n_i – количественная оценка в баллах i -го признака нтэ.

Таблица 13.

Балльная оценка уровня новизны

Уровень новизны	Характеристика уровня новизны – n_i	Баллы
Принципиально новая	Новое направление в науке и технике, новые факты и закономерности, новая теория, вещество, способ	8 – 10
Новая	По-новому объясняются те же факты, закономерности, новые понятия дополняют ранее полученные результаты	5 – 7
Относительно новая	Систематизируются, обобщаются имеющиеся сведения, новые связи между известными факторами	2 – 4
Не обладает новизной	Результат, который ранее был известен	0

Таблица 14.

Бальная оценка значимости теоретических уровней

Теоретический уровень полученных результатов – n_2	Баллы
Установка закона, разработка новой теории	10
Глубокая разработка проблемы, многоспектральный анализ взаимодействия между факторами с наличием объяснений	8
Разработка способа (алгоритм, программа и т. д.)	6
Элементарный анализ связей между фактами (наличие гипотезы, объяснения версии, практических рекомендаций)	2
Описание отдельных элементарных факторов, изложение наблюдений, опыта, результатов измерений	0,5

Таблица 15.

Время реализации результатов проекта

Время реализации результатов – n_3	Баллы
В течение первых лет	10
От 5 до 10 лет	4
Свыше 10 лет	2

Так как все частные признаки научно-технического уровня оцениваются по 10-балльной шкале, а сумма весов R_i равна единице, то величина интегрального показателя также принадлежит интервалу $[0, 10]$.

В таблице 16 указано соответствие качественных уровней НИР значениям показателя, рассчитываемого по формуле (1.12).

Таблица 16.

Соответствие качественных уровней ВКР

Уровень НТЭ	Показатель НТЭ
Низкий	1-4
Средний	4-7
Высокий	8-10

Для данной разработки частные оценки уровня n_i и их краткое обоснование даны в таблице (17).

Таблица 17.

Оценки научно-технического уровня НИР

Значимость	Фактор НТУ	Уровень фактора	Балл	Обоснование выбранного балла
0,4	Уровень новизны	Новая	6	Обеспечит эффективную работу объекта управления, повысит уровень безопасности и безаварийности технологического процесса;
0,1	Теоретический уровень	Глубокая разработка проблемы, анализ взаимодействия между факторами с наличием объяснений	8	Внедрение новой системы управления
0,5	Возможность реализации	В течение первых лет	10	Высокая потребность для выстраивания централизованной системы управления жилищно-коммунальным комплексом

Отсюда интегральный показатель научно-технического уровня для нашего проекта составляет:

$$I_{\text{нту}} = 0,4 \cdot 6 + 0,1 \cdot 8 + 0,5 \cdot 10 = 2,4 + 0,8 + 5 = 8,2$$

Таким образом, исходя из данных таблицы 16, данный проект имеет высокий уровень научно-технического эффекта [10].

11. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Аннотация

Под социальной ответственностью, прежде всего, понимают создание товаров и оказание услуг высокого качества, создание и сохранение рабочих мест, повышение уровня жизни клиентов, служащих и акционеров, а также населения тех регионов, где функционирует компания.

Социальная ответственность по отношению к работникам заключается в предоставлении предприятием достойной оплаты и условий труда, обеспечении охраны здоровья, равных прав и возможностей трудоустройства независимо от пола, возраста, расовой принадлежности, религиозных убеждений и др. Социальная ответственность по отношению к обществу заключается в соблюдении экологической безопасности производства, поддержании мира и безопасности, соблюдении прав человека, уважении культурной целостности, спонсорские акции, участие компании в гражданской жизни.

Эффективная социальная политика позволяет компании реализовать свои основные потребности в выживании, безопасности и устойчивости. В свою очередь, это увеличивает доверие общества, инвесторов и акционеров к компании, и тем самым повышается конкурентоспособность организации. Социально ответственная ответственность способствует созданию для компании в долгосрочной перспективе благоприятного социального окружения и более стабильного развития. Предприятие и его представители не могут существовать в отрыве от общества, частью которого они являются. Они могут и должны прилагать усилия для его гармонизации и развития.

Требования к социальной ответственности организаций описываются в международном стандарте IC CSR-08260008000. В настоящем стандарте используются термины и определения, приведенные в стандарте ИСО 26000:2010, в том числе: социальная ответственность. В стандарте IC CSR-08260008000 приводятся такие требования к деятельности организации в области социальной ответственности как:

- социальные права персонала
- социальные гарантии персонала
- качество продукции, услуг и работ
- удовлетворение интересов потребителей
- охрана окружающей среды
- экономное расходование ресурсов
- поддержка местного сообщества
- менеджмент социальной ответственности

11.1 Введение.

В основе выпускной квалификационной работы лежит разработка системы управления котловым водогрейным газо-мазутным агрегатом КВГМ-7,56, предназначенной для автоматизированного контроля и управления водогрейным котлом типа КВГМ-7,56, а также предоставления необходимой технологической и технической информации оперативному и техническому персоналу. Разработка осуществлялась на предприятии, непосредственно на рабочем месте в Центральной инженерно-технической службе на участке Контрольно-измерительных приборов и автоматики.

11.2 Производственная безопасность.

В данном разделе описываются условия труда и анализируются вредные и опасные факторы, имевшие место при выполнении разработки или эксплуатации проектируемого решения.

Таблица 18

Опасные и вредные факторы при выполнении работ по разработки Системы управления котловым водогрейным газо-мазутным агрегатом КВГМ-7,56

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Полевые работы: 1. Монтаж (демонтаж) оборудования установки 2. Работа с паяльным инструментом 3. Работа на ПЭВМ	1. повышенный уровень шума и вибрации на рабочем месте; 2. недостаточная освещенность рабочей зоны; 3. повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; 4. повышенная температура поверхностей оборудования, материалов; 5. повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны; 6. вредные вещества 1-4 класса;	1. эл. ток	Параметры микроклимата устанавливаются СанПиН 2.2.4.548-96 Параметры работы на ПЭВМ СанПиН 2.2.22.4.1340-03 Параметры шума устанавливаются СН 2.2.42.1.8.562-96, Требования к организации технологических процессов, производственному оборудованию и рабочему инструменту устанавливаются СП 2.2.2.1327-03 Требования к освещенности устанавливаются СанПиН 2.2.12.1.1.1278-03 Система безопасности труда и производственной санитарии устанавливаются Гост 12.0.002-80 Правила устройства электроустановок ПУЭ определяют требования к электроустановкам на предприятии.

11.3 Производственная санитария

11.3.1 Шум

Шумом называются механические колебания, распространяющиеся в твердой и газообразной среде.

Источниками шума на производстве, где проводилась выпускная квалификационная работа, являются работающие котлы, насосы, вентиляторы, кулеры, шум со стороны улицы.

Шум негативно влияет на здоровье работающих людей. Воздействию шума интенсивностью больше 130дБ вызывает болевые ощущения в ушах, воздействию более 140дБ вызывают необратимые нарушения слуха. При

длительном воздействии шума на человека возможны следующие заболевания:

- I-II степень тугоухости;
- слепота или ухудшение зрения;
- заболевания центральной нервной системы;
- язва желудочно-кишечного тракта;
- ишемическая болезнь сердца.

В соответствие с СН 2.2.42.1.8.562-96 и СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 в таблице 19 представлены допустимые значения звукового давления и уровня шума.

Таблица 19

Степень звукового давления и уровни звука в октавных полосах частот

Трудовая деятельность и рабочее место на производстве	Степень звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука (дБА)
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Работа, требующая сосредоточенности; работа с повышенными требованиями к процессам наблюдения и дистанционного управления производственными циклами	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75

Для устранения или уменьшения шума при оснащении производственных помещений, разработке технологических процессов, эксплуатации оборудования и организации рабочего места на производстве необходимо:

- применение шумобезопасной или бесшумной техники;
- уменьшение уровня звука в источнике;
- использование акустических средств защиты от шума
- применением средств коллективной защиты и индивидуальной защиты, например берушей, противοшумных наушников или касок, звукоизолирующих кожухов, звукопоглощающих облицовок.

11.3.2 Микроклимат

Параметры микроклимата и правила, описанные в СанПиН 2.2.4.548-96, обязывают поддерживать показатели воздушной среды на рабочих местах производственных помещений на уровне нормальных или допустимых.

Соблюдение микроклиматических норм обеспечивает комфортные для сотрудника условия, а также поддерживают оптимальное или допустимое тепловое состояние организма, в течение всего рабочего дня, не вызывая проблем со здоровьем и создавая условия для высокого уровня работоспособности.

Таблица 20

*Оптимальные показатели микроклиматических условий
производственных помещений*

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Ia (до 139)	22-24	21-25	60-40	0,1
	Iб (140-174)	21-23	20-24	60-40	0,1
	IIa (175-232)	19-21	18-22	60-40	0,2
	IIб (233-290)	17-19	16-20	60-40	0,2
	III (более 290)	16-18	15-19	60-40	0,3
Теплый	Ia (до 139)	23-25	22-26	60-40	0,1
	Iб (140-174)	22-24	21-25	60-40	0,1
	IIa (175-232)	20-22	19-23	60-40	0,2
	IIб (233-290)	19-21	18-22	60-40	0,2
	III (более 290)	18-20	17-21	60-40	0,3

Во время выполнения ВКР работа проводилась в двух режимах:

Работы по данной ВКР можно разделить на две категории: Ia и IIб (работы, которые проводятся сидя и не требуют физического напряжения и работы с умеренным физическим напряжением, связанные с ходьбой и перемещением предметов до 10кг).

Категория работ Ia связана с проведением теоретических расчетов, проектирования и разработок схем и др., осуществляемые в здании, находящемся в черте города. Категория работ IIб связана с монтажом и демонтажом оборудования, наладочными работами, осуществляемыми в здании котельной, находящейся в промышленной зоне.

Поддержание допустимой температуры, влажности и подвижности воздуха осуществляется с помощью естественной и механической вентиляции и кондиционирования, не допуская теплового излучения.

Таблица 21

Допустимые значения теплового излучения

Категория работ по уровню энергозатрат	Величины интегрального показателя, °С
Ia (до 139)	22,2–26,4
Iб (140–174)	21,5–25,8
IIa (175–232)	20,5–25,1
IIб (233–290)	19,5–23,9
III (более 290)	18,0–21,8

Защита от теплового излучения осуществляется мероприятиями:

- устраняющие источник теплового излучения;
- защищающие от тепловыделений;
- предназначенные для облегчения теплообмена человека;
- использования средств индивидуальной защиты.

От воздействия теплового излучения в котельной в качестве защиты применяется в основном экранирование – охлаждающая установка на пути теплового потока, защищающей также от физического воздействия искр, металлической стружки и выплесков расплавленного металла.

Индивидуальная защита в котельной осуществляется использованием сотрудниками спецодежды, изготовленной из прочного, невоспламеняемого, термостойкого и воздухо непроницаемого материала, например, из сукна, брезента, синтетического материала, химически обработанного с покрытием тканей металла. Голова защищается головным прибором из грубого шерстяного сукна, войлока или фетра. Ноги и руки защищены специальными обувью и перчатками, стойкими к высоким температурам и облучению. Глаза защищают очки со светофильтрами.

При работе в помещениях с высокой температурой воздуха частота и длительность перерывов определяется степенью тяжести и условиями работы.

Для защиты от вредных газовых, паровых и пылевых выделений применяется вытяжная вентиляция, отсасывающая вредные вещества прямо с места их

образования. В помещениях с выделениями вредных веществ сотрудниками применяются средства индивидуальной защиты, такие как фартуки, халаты, комбинезоны, маски, резиновая обувь и перчатки. В таких помещениях стены, полы, потолки должны быть легко моющимися.

Специальные фильтрующие и изолирующие приборы защищают органы дыхания, такие как промышленные респираторы и противогазы. Шланговые или кислородные изолирующие приборы применяют в случае высокой концентрации вредных веществ.

Микроклиматические условия помещения категории Ia, где проводились в основном теоретические работы, намного благоприятнее, условий котельной. И находятся в пределах нормы.

Помещение регулярно проветривается и моется, вредные вещества почти отсутствуют, регуляция температуры осуществляется с помощью систем отопления и кондиционирования.

11.3.3 Освещенность

Естественное освещение кабинета городского здания осуществляется с помощью двух окон. Искусственное освещение производится люминесцентными лампами, расположенные равномерно по всей площади кабинета.

Помещения котельной обеспечены достаточным естественным светом, которое дополнено искусственным освещением, также искусственное дежурное и аварийное освещение.

Обеспеченные условия для работы зрительных органов предусматривают:

1. В помещениях с ПЭВМ искусственное освещение должно равномерным. В производственных с работой преимущественно с документами, допускается комбинированная система освещения (дополнительно используются светильники местного освещения для освещения зоны местоположения документов).

2. Для поддержания оптимальных условий труда необходимо ограничивать сильную прямую и отраженную блёскость от осветительных приборов, при этом яркость светящихся поверхностей должна быть не выше 200кд/ кв. м.
3. Искусственное освещение рекомендуется создавать с помощью люминесцентных ламп типа ЛБ мощностью до 250 Вт. Для местного освещения разрешено использование ламп накаливания в светильниках.
4. Для поддержания оптимальных условий труда в помещениях с ПЭВМ необходимо проводить регулярную замену перегоревших ламп, а также мытьё стекол и отчистка оконных проемов и осветительных приборов не менее двух раз в год.

Нормы освещенности по СНИП 23-05-2010 для котельной представлены в таблице 22.

Таблица 22

Нормы освещенности для котельной.

№	Освещаемые объекты	Средняя освещенность Еср, лк не менее
1. Литейные цехи производства и ремонта машин, механизмов, металлоконструкций и металлоизделий		
27. Котельные		
27.1	Площадки обслуживания котлов. (Г-0.0).	100
27.2	площадки и лестницы котлов и экономайзеров, проходы за котлами. (Г-0.0).	10
27.3	Помещения дымососов, вентиляторов, бункерное отделение, топливоподачи. (Г-0.8).	100
27.4	Конденсационная, химводоочистка, деаэрационная, бойлерная. (Г-0.0).	100
27.5	Надбункерное помещение. (Г-0.8).	20

Таблица 23

Нормы освещенности для помещений городского здания.

Вид помещения	Норма освещенности согласно СНиП, Лк
Офис общего назначения с использованием компьютеров	200-300
Офис большой площади со свободной планировкой	400
Офис, в котором осуществляются чертежные работы	500
Зал для конференций	200
Холл, коридор	50-75
Архив	75
Кладовая	50

11.4 Техника Безопасности

11.4.1 Электробезопасность

Из-за повышенной температуры и влажности, которая образуется в результате использования мазута, помещение котельной в соответствии с классификацией ПУЭ электробезопасности относится к помещению с повышенной опасностью. Офисное помещение предприятия АО «Ямалкоммунэнерго», несмотря на большое количество техники, относится к помещению без опасности поражения электрическим током. т.к помещение сухое, с токонепроводящими полами, оптимальной влажностью и температурой 18-20 С°.

Таблица 24

Допустимые значения напряжений, не требующие выполнение защиты от косвенного прикосновения.

Категория помещения	ПУЭ (6-издание) п. 1.7.33	Проект новой редакции ПУЭ
Без повышенной опасности	≥ 380 В перем. тока	> 50 В перем. тока
	≥ 440 В пост. тока	> 120 В пост. тока
С повышенной опасностью, особо опасные и наружные электроустановки	> 42 В перем. тока	> 25 В перем. тока
	> 110 В пост. тока	> 60 В пост. тока

Для повышения электробезопасности в котельной необходимо придерживаться следующих правил:

- использовать оборудование в соответствии с правилами эксплуатации;
- для котельных следует выполнять установок распределительные устройства напряжением 6 и 10 кВ не менее чем с двумя секциями;
- необходимо применение трансформаторных подстанций для котельных не меньше чем с 2 трансформаторами;
- защитная оболочка электродвигателей, светильников, аппаратов управления и электропроводки должна учитывать возможность попадания пыли, воды и других веществ характерных для среды котельного зала;
- прокладку распределительных и питающих сети необходимо выполнять в коробах или открыто на конструкциях, в случае невозможности осуществить такую прокладку можно допустить прокладку кабелей в канале, а проводов в трубе. В котельном зале, в зале топливо подачи, на складе и на насосной

станции жидких присадок и жидкого топлива не допускается прокладка в каналах. Запрещается прокладывание транзитных кабелей и проводов через сооружения и помещения топливоподачи;

- необходимо предусмотреть блокировку дутьевых вентиляторов, электродвигателей дымососов, а также для механизмов подачи топлива в котел;
- в случае аварийного отключения насосов или падения давления в трубопроводе после насосов должно быть предусмотрено автоматическое включение резервных насосов подпиточных, сетевых, питательных, горячего водоснабжения и подачи жидкого топлива. На оборудовании должно быть установлено сигнализация аварийного отключения насосов;
- в помещениях котельной должно быть резервное освещение, запитанное от независимого источника электропитания запускаемое при потере питания из основного источника;
- В случае если в котельной отсутствует резервное питание необходимо держать в рабочем состоянии ручные осветительные приборы на сухих или на аккумуляторных элементах;
- В здании, в котором размещается котельная должна иметь молниезащиту в соответствии с СО-153-34.21.122;
- помещения, в которых расположены распределительные устройства с напряжением 6, 10 кВ, трансформаторная подстанция и щиты станции управления не следует располагать под следующими помещениями: санитарными узлами, душевыми, помещениями с мокрыми технологическими процессами, помещениями в которых располагаются трубопроводы с агрессивными веществами (щелочью, кислотой), вентиляционными камерами с подогревом воздуха горячей водой и помещениями топливоподачи;
- Перед установкой электрогенераторов необходимо разработать возможность переключения получаемой электроэнергии на собственные нужды во внешнюю сеть, а также предусмотреть возможность использования внешнего источника электроснабжения на токоприемниках котельной.

11.5. Экологическая безопасность.

Под охраной окружающей среды характеризуется различного рода мероприятиями, влияющие на следующие природные зоны:

- атмосфера;
- гидросфера;
- литосфера.

Данная разработка ориентирована на повышение безопасности, комфорта и благосостояния населения, а также уменьшение аварийности и выбросов в окружающую среду.

11.5.1 Защита атмосферы.

Загрязнение атмосферы осуществляется благодаря вредным примесям в продуктах горения.

Котельные осуществляют выброс таких вредных веществ, как оксиды азота, серы и ванадия.

Образующий монооксид углерода(CO) является сильным отравляющим газом, а образующийся диоксид углерода пропускает солнечное УФ-излучение и при этом эффективно поглощает отраженное от поверхности земли длинноволновое ИК-излучение, создавая парниковый эффект.

Диоксид серы при кратковременном воздействии вызывает раздражение голосовых связок и последующее удушье. Тоже самое воздействие оказывает на птиц, животных и растений.

Таблица 25

Предельно допустимые параметры вредных веществ, выбрасываемых котельными

Вещество	ПДК, мг/м ³	
	максимальная разовая	среднесуточная
Диоксид азота NO ₂	0,085	0,085
Монооксид азота NO	0,250	0,250
Триоксид серы (серный ангидрид) SO ₃	0,300	0,10
Диоксид серы (сернистый ангидрид) SO ₂	0,500	0,050
Монооксид углерода CO	3,000	1,00
Сероводород H ₂ S	0,080	0,008
Сажа	0,150	0,050
Пыль (золотые частицы)	0,500	0,15
Пентаоксид ванадия V ₂ O ₅	—	0,002
Бенз(а)пирен C ₂₀ H ₁₂	—	1·10 ⁻⁶

Выброс вредных веществ в атмосферу осуществляется двумя способами:

1. Из-за естественной вентиляции производственных помещений котельной.

Естественной вентиляцией является дешевым и простым в использовании способом проветривания помещений, но при этом проявляется главный ее недостаток. Удаляемый воздух не проходит через очищающие фильтры и при попадании в атмосферу загрязняет ее.

Данные проблемы успешно решаются благодаря использованию механической вентиляции посредством воздуховодов, фильтров, вентиляторов, климат установок, что помогает не зависеть от метеорологических условий и создавать комфортные условия на объекте. Механическая вентиляция делится на 3 типа: проточную, вытяжную, а также проточно-вытяжную. Зачастую вытяжную вентиляцию применяют в местах образования опасных, ядовитых или вредных выделений. Примерами таких мест могут быть газо- и электросварочных постов, гальванических ванн и аппаратов, во время работы которых в помещении поднимается пыль и т.д. Механическая вентиляция применяется непосредственно у рабочего места и данная вентиляция не приемлема в помещениях большого объема, таких как цеха и т.д. В больших помещениях зачастую устанавливают местную приточную вентиляцию (завесы, воздушные души), значительно улучшающие микроклимат на ограниченном участке. Воздушные завесы необходимы для защиты помещений от холодного воздуха, а также они защищают комнату от вредных веществ, которые, могут находить в воздухе соседнего помещения.

2. Посредством выброса вместе с продуктами горения по дымовым трубам.

В продуктах горения природного газа и мазута котельных установках содержатся оксиды азота, серы и ванадия. В дымовых газах топливо, не полностью сгоревшее, содержит монооксид углерода (CO) и углеводороды типа CH_4 .

Уменьшение вреда происходит с помощью очистных и фильтрующих систем, а также увеличением высоты труб.

На предприятии, где выполнялась ВКР, трубы находятся уровне 20 метров над землей, благодаря чему вредные вещества не попадают в нижние слои атмосферы.

Для уменьшения вредных газообразных выбросов применяют разные методы на следующих уровнях:

- при подготовке топлива к сжиганию. На стадии подготовки мазута к сжиганию получают «чистое» топливо (путем десульфурации) за счет удаления из топлива содержащейся в нем серы.

- На стадии сжигания топлива. При сжигании газообразного и жидкого топлива, выбросы оксидов азота осуществляют с помощью двухступенчатого сжигания топлива, рециркуляции продуктов горения, впрыска воды или ввода пара в факел.

- В процессе охлаждения топлива. На стадии охлаждения продуктов горения снижение содержания оксидов азота в выбросах осуществляется с помощью методов, основанных на восстановлении оксидов азота до молекулярного азота N_2 , через систему охлаждаемых инжекторов, которые располагаются на выходе из топочной камеры и внутри газоходов в нужной температурной зоне.

11.5.2 Защита гидросферы.

Вредными веществами, загрязняющими гидросферу, являются различные ингредиенты NO_x , CO , сажи, многоядерных углеводородов, нефтепродуктов.

Для защиты гидросферных бассейнов от загрязнений производственными сточными водами необходимо применение очистных сооружений, обеспечивающих соблюдение СанПиН.

Сбрасывание сточных вод в водоемы должен быть согласован с органами по регулированию, использования и охране вод, Роспотребнадзором и др. органами, а также осуществляться в соответствии с СанПиНом 4630-88.

Применяемые в данное время методы очистки от нефтепродуктов сточных вод дорого стоят и малоэффективны, особенно в отношении сильно загрязненных вод. Наравне с этим, почти не осуществляется разработка и применение безотходных, бессточных технологий. В качестве проведения природоохранных мероприятий газомазутные котельные могут использовать технологий, в основе которых лежит сжигание природного газа с осуществлением впрыскивания в камеру горения сбросных вод, а также сжигание водомазутных эмульсий.

11.5.3 Защита литосферы.

Для защиты земляного покрова от загрязнений размещение котельных и связанных с ними шлакозолоотвалов и очистных сооружений необходимо размещать на несельскохозяйственных землях или непригодных для сельского хозяйства.

Если в возможном распоряжении организации нет таких земель, возможно применение сельскохозяйственных участков худшего качества, на которых отсутствуют какие-либо насаждения и не покрытых лесом.

11.6. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.

При эксплуатации котлов возможны следующие ЧС:

- возгорание, взрыв трубопроводов, котла или другого оборудования в котельной;
- электрическое замыкание сети, или в оборудовании котельной;
- прекращение подачи электроэнергии или воды;
- различные пришествия, не связанные с работой котла.

Наиболее типичными являются пожар и прекращение подачи электроэнергии или воды.

При возникновении любой аварийной ситуации необходимо незамедлительно выполнить экстренную остановку котла. Обесточить

оборудование в котельной. Прекратить подачу топлива путем закрытия вентилей, а также перекрыть вентили трубопроводов горячей воды и паропроводов.

В случае выявления возгорания незамедлительно вызвать пожарную команду и воспользоваться первичными средствами пожаротушения с целью локализовать пожара.

Произвести эвакуацию персонала в безопасное место и оказать неотложную помощь пострадавшим. Вызвать скорую помощь.

Доложить о происшедшем вышестоящему должностному лицу (руководителю цеха, участка, начальнику смены). В случае работы котла на газе сообщить диспетчеру газовой службы о случившемся.

Работы по ликвидации последствий аварии в котельной, а также проведение испытаний котла и оборудования необходимо проводить на основе письменного распоряжения начальника цеха.

Классы пожарной опасности зданий определяются согласно СНиП 21-01-97 "Пожарная безопасность зданий и сооружений". Пункт 5.21. По функциональной пожарной опасности газомазутная котельная относится к классу Ф 5.1, по взрывопожарной и пожарной опасности помещение относится к категории Г-умеренной пожароопасности.

На случай возникновения пожара или взрыва котельная оборудована необходимым инвентарем: огнетушителями, ящиками с песком, каждый не менее 0,5 м³, пожарными ведрами, лопатами, багром, ломом, противопожарным водопроводом со шлангами.

В качестве огнетушащих веществ используют:

- пенные огнетушители – ОХП-10 состоит из цилиндрического корпуса с крышкой, через которую пропущен шток. На одном конце штока укреплен резиновый клапан для закрывания, а на другом рукоятка для открывания стакана с кислотной частью. В огнетушителе, заполненном водным раствором щелочи, содержатся также пенообразующее вещество. С помощью данного

огнетушителя образуется химическая пена в результате реакции между кислотой и щелочью.

- Углекислотные огнетушители ОУ-2, -5,-8 служат для тушения ряда горючих веществ и материалов, в том числе таких, которые нельзя тушить водой или пеной, а также для тушения электроустановок, находящихся под напряжением. Баллон огнетушителя заправляют жидкой углекислотой под давлением 6Мпа. При выбросе в атмосферу воздуха углекислота переходит в газообразное состояние, значительно снижая при этом температуру в окружающей среде. Для приведения в действие огнетушителя необходимо открыть вентиль. Углекислота по сифонной трубе поступает в раструб огнетушителя, откуда выбрасывается наружу в виде “снеговой шубы”, покрывающей горящий предмет, т.е. шуба прерывает доступ кислорода и тем самым препятствует распространению огня. Время действия огнетушителя 25-30с. длина струи 1,5 м.

- При пользовании порошковым огнетушителем (пример ОП-2,-10 и т.д.) необходимо снять его крышку вращения по направлению стрелки, затем подойти как можно ближе к очагу загорания, взять за нижнюю часть корпуса, энергично встряхнуть его и направить порошок в огонь.

11.7. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

11.7.1. Специальные правовые нормы трудового законодательства.

В соответствии ФЗ «Об основах охраны труда в Российской Федерации» каждый работник имеет право на:

1. Право на соответствующее требованиям охраны труда рабочее место;
2. Обязательно социальное страхование от профессиональных заболеваний и несчастных случаев на производстве;

3. Получение достоверной информации о нормах и условиях труда, о риске для здоровья и жизни, а также мерах защиты от опасных или вредных производственных факторов.

4. Отказ от работы в случае возникновения опасности для жизни и здоровья, из-за нарушения требований охраны труда или выполнения не предусмотренных трудовым договором тяжелых или опасных работ;

5. Бесплатное обучение безопасным методам и приемам труда;

6. Обеспечение средствами коллективной защиты и индивидуальной защиты.

7. Право на профессиональную переподготовку, при ликвидации рабочего места из-за нарушений требований охраны труда за счет средств работодателя;

8. Личное участие или через представителя в вопросах, связанных с правовым решением по поводу профессионального заболевания или произошедшего с ним на производстве несчастного случая.

Правовые нормы в ходе выполнения ВКР не были нарушены. Рабочие места, предоставленные работодателем, соответствуют нормам труда, а также нормам и правилам СанПиНа.

11.7.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.

Основным документом по эргономике рабочей зоны в котельной является СП 2.2.2.1327-03 Гигиенические требования к организации технологических процессов, производственному оборудованию и рабочему инструменту.

Для работы в котельной должна быть предоставлена спецодежда и средства индивидуальной защиты.

Размещение оборудования и оснащения на рабочем месте должно гарантировать свободное пространство и проходы, достаточное для создания и функционирования постоянного или временного рабочего места, а также свободное передвижение для работающих в зоне размещения.

Рабочее место в котельной предназначено для работы стоя и сидя.

Производственное оборудование для стоячей работы, должно иметь пространство для стоп высотой от 15 см, глубиной - от 15 см и шириной от 50 см.

Для сидячей работы рабочие столы и оборудование производственное должны иметь пространство для размещения ног высотой - от 60см, глубиной – от 45см на уровне колен и 60см на уровне стоп, шириной - от 50см.

Большую часть рабочего времени проводилось в помещении операторской, где установлены средства отображения информации и системы управления оборудованием. Системы управления оборудованы с учетом важности и частоты использования.

Средства отображения информации расположены также в порядке с частоты и последовательности использования; главные в центре пульта перед глазами, в пределах отклонения не более 15° от линии взгляда, как по вертикали, так и по горизонтали.

Офисное рабочее место оборудовано индивидуальным столом и регулирующимся креслом. Расположено оборудование, ПЭВМ и ЖК-мониторы в соответствии с удобством для инженера-исполнителя ВКР. При недостатке естественного и искусственного освещения, осуществляемого люминесцентными лампами, на столе имеется дополнительный светильник с лампой накаливания, для удобства при работе с документами, чертежами или расчетами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках данной работы было составлено техническое задание на разработку системы управления котловым агрегатом КВГМ-7,56. Было рассмотрено несколько технических решений, выбрано более оптимальное и подходящее под все требования технического задания, а именно использование промышленных программируемых контроллеров.

Разработана структурная, функциональная и принципиальная схема.

Было рассмотрено несколько производителей промышленных контроллеров, представленных на отечественном рынке, таких как компания «Сименс», компания «Mitsubishi Electric», компания «ОВЕН».

Для решения поставленной задачи был выбран контроллер компании «ОВЕН».

Для реализации алгоритма работы котлового агрегата была использована среда разработки CoDeSys и язык программирования LD.

Алгоритм работы получился практически идентичный алгоритму работы релейной схемы, за исключением того, что были внесены некоторые улучшения, которые позволили повысить уровень надежности, информативности и удобства эксплуатации.

В приложении Г представлена оригинальная (релейная) схема, в приложении Б новая схема системы управления. Разработанная принципиальная схема получилась более компактной и надежной, что положительно сказывается на времени и удобстве обслуживания.

Разработанная система управления является универсальной, может быть установлена на все котловые агрегаты типа КВГМ, на данный момент уже 4 котловых агрегата (из четырнадцати) на третьей котельной работает, используя новую систему управления.

Новая система управления обладает техническими возможностями для реализации погодозависимого регулирования, вывод всех параметров на единый пункт диспетчирования.

Разработанная системы управления отвечает всем пунктам технического задания.

Также в рамках данной работы были рассмотрены вопросы социальной ответственности и вопросы финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Проектная документация «Блок котельных КВГМ, ред. фев.1983».
2. Официальный сайт компании Siemens в России dfpd.siemens.ru
3. Электронный каталог продукции Siemens mall.industry.siemens.com
4. Официальный сайт Mitsubishi Electric в России www.mitsubishielectric.ru
5. Официальный сайт компании ОВЕН www.owen.ru
6. Электронная энциклопедия АСУТП www.bookasutp.ru
7. «Руководство пользователя по программированию ПЛК в CoDeSys 2.3».
8. «Программа – конфигуратор панели оператора СП200» - руководство пользователя.
9. Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов, ПБ 10-574-03.
10. В. Ю. Конотопский. Методические указания «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» для специалистов ИК. издательство ТПУ 2015.
11. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений, СанПиН 2.2.4.548-96.
12. ПУЭ «Правила устройства электроустановок. Издание 7», 2002 г.